



Alexandre Gil Guerreiro de Campos

Licenciado em Engenharia Informática

Técnicas de Realidade Aumentada para Emergências

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em
Engenharia Informática

Orientador: Nuno Manuel Robalo Correia, Professor
Catedrático, Faculdade de Ciências e Tecnologia
da Universidade Nova de Lisboa

Co-orientadoras: Isabel Maria do Nascimento Lopes Nunes,
Professora Auxiliar, Faculdade de Ciências e
Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa
Teresa Isabel Lopes Romão,
Professora Auxiliar, Faculdade de Ciências e
Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa



FACULDADE DE
CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
UNIVERSIDADE NOVA DE LISBOA

Junho, 2019

Técnicas de Realidade Aumentada para Emergências

Copyright © Alexandre Gil Guerreiro de Campos, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade NOVA de Lisboa.

A Faculdade de Ciências e Tecnologia e a Universidade NOVA de Lisboa têm o direito, perpétuo e sem limites geográficos, de arquivar e publicar esta dissertação através de exemplares impressos reproduzidos em papel ou de forma digital, ou por qualquer outro meio conhecido ou que venha a ser inventado, e de a divulgar através de repositórios científicos e de admitir a sua cópia e distribuição com objetivos educacionais ou de investigação, não comerciais, desde que seja dado crédito ao autor e editor.

Aos meus pais, Mercedes e António.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, gostaria de agradecer aos meus professores Nuno Correia, Teresa Romão e Isabel Nunes pelo apoio prestado ao longo deste último ano. Os seus conselhos foram fundamentais para que pudesse concluir o meu trabalho.

Agradeço também à Marinha Portuguesa, por me ter dado o privilégio de fazer parte de um projeto tão ambicioso e inovador. Particularmente agradeço ao Contra-almirante Mário Simões Marques e ao cadete Francisco Baptista pelo esforço que despenderam no fornecimento da logística e suporte necessários ao desenvolvimento do projeto [THEMIS](#), sem esquecer também todos os cadetes que disponibilizaram o seu precioso tempo, alguns mais do que uma vez, para realizar os testes de usabilidade organizados no âmbito da presente dissertação de mestrado.

Quero também agradecer ao Sandro Henriques, colaborador da Critical Software, pelo trabalho de cooperação que foi possível alcançar na reta final do trabalho desenvolvido.

Por fim, mas não menos importante, agradeço a todos os meus familiares e amigos, sobretudo aqueles que me são mais próximos, pela força que me deram para concluir esta fase muito importante, mas também muito difícil, da minha vida. Sei bem que, não raras vezes, a necessidade de trabalhar no desenvolvimento da dissertação fez com que saíssem sacrificados. Em especial, um obrigado muito grande ao meu pai, mãe e namorada.

RESUMO

Numa altura em que os dispositivos móveis estão a afirmar-se um pouco por todo o mundo e a desempenhar cada vez mais funções, é com naturalidade que se assiste a uma progressiva utilização destes aparelhos em áreas e contextos mais abrangentes.

Perante uma situação de emergência, cada elemento de resposta deve atuar de forma rápida e precisa. O auxílio de um dispositivo móvel que lhe possa proporcionar uma visão adequada do meio que o rodeia, e que lhe permita trocar informações com os restantes membros constituintes da sua equipa, pode evitar prejuízos e até mesmo salvar muitas vidas.

O trabalho desenvolvido corresponde a uma extensão do protótipo funcional de uma aplicação móvel previamente desenvolvido no âmbito do projeto ([THEMIS](#)), que concilia um sistema georreferenciado com técnicas de realidade aumentada de forma a servir as necessidades dos operacionais em situações de emergência.

A proposta de solução não só implementa novas funcionalidades, como faz uso de técnicas para maximizar o desempenho com que o utilizador tira partido das já existentes. A organização adequada do fluxo de dados que é exibido vai ao encontro do objetivo proposto.

A dissertação conta com três avaliações de usabilidade ao novo protótipo desenvolvido, desempenhado por cadetes da Marinha Portuguesa.

Palavras-chave: Técnicas de Visualização, Dispositivos Móveis, Realidade Aumentada, Emergência, Sistema Georreferenciado, Gestão de Vistas, [THEMIS](#).

ABSTRACT

At a time when mobile devices around the world are playing more and more roles, it is natural to watch the use of these devices progressively in larger areas and contexts.

In an emergency situation, each response element must act quickly and accurately. The support of a mobile device that can provide an appropriate insight of the surroundings and that allows users to exchange information with the other constituent members of the emergency team, can prevent harm and even save many lives.

The work developed in the context of this thesis corresponds to an extension of a previously developed mobile application functional prototype under the [THEMIS](#) project, that reconciles a georeferenced system with augmented reality techniques, in order to serve the needs of the operatives in emergency situations.

The proposed solution not only implements new functionalities, but also makes use of techniques which maximizes the performance with which the user takes advantage of the existing prototype, such as the organization of the data flow that is displayed.

The dissertation has three usability assessments about the new prototype developed, carried out by cadets of the Portuguese Navy.

Keywords: Visualization Techniques, Mobile Devices, Augmented Reality, Emergency, Georeferenced System, View Management, [THEMIS](#).

ÍNDICE

Lista de Figuras	xv
Lista de Tabelas	xvii
Siglas	xix
1 Introdução	1
1.1 Motivação	1
1.2 Descrição e Contexto	2
1.3 Contribuições	3
1.4 Organização do Documento	3
2 Trabalho Relacionado	5
2.1 Técnicas de Visualização em Dispositivos Móveis	5
2.1.1 Aplicações Adaptadas ao Contexto e Aplicações Adaptativas	6
2.2 Realidade Aumentada	8
2.2.1 Sistemas de Realidade Aumentada	8
2.2.2 Tipos de Aplicações em Realidade Aumentada	9
2.2.3 Aplicações de Realidade Aumentada Cientes do Contexto	11
2.2.4 Realidade Aumentada em Dispositivos Móveis	12
2.2.5 Sistemas de RA para Emergências	18
2.3 Simbologia para Emergências	22
2.4 Usabilidade e Desenho Centrado no Utilizador	23
2.5 Testes de Usabilidade	25
3 Ponto de Partida para a Elaboração da Dissertação	27
3.1 Especificação do Projeto THEMIS	27
3.2 Descrição do Protótipo Funcional Previamente Existente	29
3.2.1 Detalhes da Implementação	31
4 Especificação do Processo de Desenvolvimento	33
4.1 Processo de Desenvolvimento	33
4.1.1 Testes de Usabilidade do Protótipo Preliminar	34
4.1.2 Outros Aspetos Relevantes para o Processo de Desenvolvimento	35

5	Implementação da Solução	37
5.1	Descrição do Protótipo	37
5.2	Implementação	40
5.2.1	Modelo de Dados	41
5.2.2	Tecnologias e APIs	49
5.2.3	Funcionalidades e Interface Gráfica	52
5.2.4	Realidade Aumentada	58
5.2.5	Simbologia	70
5.2.6	Mapeamento do Modelo de Dados da Aplicação para o Modelo JC3IEDM	73
5.2.7	Otimizações do Funcionamento da Aplicação	76
6	Avaliações com Utilizadores	79
6.1	Aspetos Gerais dos Testes de Usabilidade	79
6.2	Testes de Usabilidade Preliminares	80
6.3	Testes de Usabilidade Intermédios	81
6.3.1	Taxa de Sucesso das Tarefas e Questionários	83
6.3.2	Resultados	83
6.4	Testes de Usabilidade Finais	86
6.4.1	Análise dos Resultados	86
7	Considerações Finais	93
7.1	Conclusões	93
7.2	Trabalho Futuro	94
	Bibliografia	97
I	Documentos Utilizados nos Testes de Usabilidade Preliminares	101
II	Documentos Utilizados nos Testes de Usabilidade Intermédios	105
III	Documentos Utilizados nos Testes de Usabilidade Finais	115

LISTA DE FIGURAS

2.1	Prótipo GiMoDig ciente do contexto (dia/noite) [Nivala e Sarjakoski 2007]	7
2.2	Diagrama acompanhado de um exemplo representativo do sistema de visão ótica direta [Kirner e Zorzal 2005]	9
2.3	Diagrama acompanhado de um exemplo representativo do sistema de visão ótica por vídeo [Kirner e Zorzal 2005]	10
2.4	Diagrama acompanhado de um exemplo representativo do sistema de visão por vídeo baseado em monitor [Kirner e Zorzal 2005]	10
2.5	Exemplo de aplicação de RA sem marcador [Rose et al. 2010]	11
2.6	Visualização em RA sem filtragem de informação (a); Visualização em RA com filtragem de informação (b) [Julier et al. 2002]	14
2.7	Exemplo de utilização de mini-mapa e setas 3D em RA [Schinke et al. 2010]	16
2.8	Exemplo de utilização de barras laterais em RA [Siu e Herskovic 2013]	16
2.9	Protótipo de pesquisa adaptada à orientação [Matos 2015]	18
2.10	Agregação de informação (a); Desagregação de informação (b) [Carmo et al. 2016]	18
2.11	MapMode (a); LiveMode (b) [Sebillo et al. 2016]	19
2.12	Formas de utilização de sistema de RA para resposta a desastres de terremoto [Leebmann 2004]	20
2.13	Sobreposição da realidade com objetos virtuais em simulação de desastre de terremoto [Leebmann 2004]	21
2.14	Diferenciação de símbolos de acordo com a sua categoria [Marinova 2018]	23
3.1	Representação conceptual do sistema THEMIS [Simões-Marques et al. 2017]	28
3.2	Vista de Mapa [Lucas 2017]	30
3.3	Vista de Realidade Aumentada [Lucas 2017]	30
4.1	Processo de desenvolvimento do novo protótipo	34
5.1	Página de pesquisa (a); Vista de mapa (b); Vista de RA (c)	38
5.2	Página de detalhes de um POI (a); Página de detalhes de uma equipa de operação (b)	39
5.3	Página com exemplo de inserção de um novo ponto de interesse	40
5.4	Modelo de dados representativo da aplicação móvel THEMIS	42

5.5	Detalhes de ferido em dispositivo de pequenas dimensões (a); Detalhes de ferido em dispositivo de grandes dimensões (b)	53
5.6	Página de <i>login</i> na aplicação	53
5.7	Inserção de pessoa ferida no protótipo previamente existente	54
5.8	Inserção de pessoa ferida no novo protótipo	55
5.9	Detalhes da operação em curso	56
5.10	Opção de filtragem e pesquisa na página dos incidentes	56
5.11	Vista de mapa com sistema de notificações e área da operação	57
5.12	Legenda despoletada após clicar sobre o mapa (a); Menu de inserção despoletado na vista de mapa (b)	58
5.13	Vista de RA no protótipo anterior	59
5.14	Descrição dos algoritmos de <i>cluster</i> implementados	60
5.15	Algoritmo Wikitude sem expansão do <i>cluster</i> (a); Algoritmo Wikitude após expansão do <i>cluster</i> (b)	62
5.16	Algoritmo alternativo sem expansão do <i>cluster</i> (a); Algoritmo alternativo após expansão do <i>cluster</i> (b)	62
5.17	Radar destacado na vista de RA	64
5.18	Aplicação de diferentes opacidades na vista de RA de acordo com a relevância das ocorrências	66
5.19	Indicador de objetivo nas vista de RA (a); Indicador de objeto selecionado na vista de RA (b)	68
5.20	Objeto selecionado que anteriormente pertencia a um <i>cluster</i> (a); Objeto selecionado (b)	69
5.21	Simbologia adotada na aplicação móvel THEMIS	72
5.22	Representação intermédia da estrutura de dados utilizada pelo projeto THEMIS a partir do modelo JC3IEDM	74
6.1	Participante a realizar teste de usabilidade	82
6.2	Resultados do questionário SUS nas avaliações intermédias de 22 de março (a); Resultados do questionário SUS nas avaliações finais (b)	88
6.3	Resultados do questionário UEQ nas avaliações intermédias de 22 de março (a); Resultados do questionário UEQ nas avaliações finais (b)	89
6.4	Resultados do questionário UEQ dos utilizadores iniciantes (a); Resultados do questionário UEQ dos utilizadores repetentes (b)	89
6.5	Resultados do questionário relativo à simbologia adotada	91

LISTA DE TABELAS

5.1	Opacidade dos elementos representados na vista de RA de acordo com a equipa de operação com sessão iniciada	65
5.2	Comparação das técnicas de visualização de objetos fora do campo de visão .	67
6.1	Taxa de sucesso (%) das tarefas nos testes intermédios	84
6.2	Resultados das respostas às questões adicionais nos testes intermédios	85
6.3	Taxa de sucesso (%) das tarefas nos testes finais	87
6.4	Resultados das respostas às questões adicionais nos testes finais	90

SIGLAS

API	Application Programming Interface.
BIR	Brigada de Intervenção Rápida.
C2	Command and Control.
CIF	Common Industry Format.
DISTEX	Disaster Relief Training Exercise.
DRO	Disaster Relief Operations.
HTML	HyperText Markup Language.
HTTP	Hypertext Transfer Protocol.
IDE	Integrated Development Environment.
ISO	International Organization for Standardization.
JC3IEDM	Joint Consultation, Command and Control Information Exchange Data Model.
JSON	JavaScript Object Notation.
LOG	Equipa Logística.
MED	Equipa Médica.
MNMB	MIP-NATO Management Board.
OCHA	United Nations Office for the Coordination of Humanitarian Affairs.
POI	Point of Interest.

SIGLAS

RA	Realidade Aumentada.
RECON	Equipa de Reconhecimento.
REST	REpresentational State Transfer.
RV	Realidade Virtual.
SAR	Equipa de Salvamento e Resgate.
SDK	Software development kit.
SLAM	Simultaneous Location and Mapping.
SMART	Seamless AR Tracking.
SQL	Structured Query Language.
STS	Spring Tool Suite.
SUS	System Usability Scale.
TEC	Equipa Técnica.
THEMIS	disTributed Holistic Emergency Management Intelligent System.
THEMIS-AR	disTributed Holistic Emergency Management Intelligent System-Augmented Reality.
UEQ	User Experience Questionnaire.
UTM	Universal Transverse Mercator.
XML	Extensible Markup Language.

INTRODUÇÃO

O primeiro capítulo proporciona uma breve apresentação do conteúdo do documento. Começa por explorar as motivações que conduziram à realização da dissertação em "Técnicas de Realidade Aumentada para Emergências" (1.1), seguindo-se uma descrição do contexto em que esta se insere (1.2). São também apresentadas as contribuições que o trabalho realizado oferece (1.3). No final do capítulo é feita uma síntese ao modo como o documento está organizado (1.4).

1.1 Motivação

Perante uma situação de emergência, como é o caso de um desastre natural, ou de natureza humana, é fulcral para as equipas de resposta obter um acesso claro e adequado às informações acerca do meio envolvente, de modo a possibilitar uma ação rápida e eficaz. Torna-se, por isso, evidente a conclusão de que o modo como a informação é disponibilizada e partilhada entre os diferentes intervenientes é merecedora de especial atenção nestes contextos.

Os constantes avanços tecnológicos permitem o desabrochar de novas abordagens e técnicas capazes de responder às necessidades impostas.

Os dispositivos móveis são cada vez mais parte integrante da nossa sociedade, e começam a ter um papel importante na forma como percebemos o mundo e nos relacionamos com as outras pessoas.

A realidade aumentada, por sua vez, é uma tecnologia que está a ganhar preponderância, e diversas formas de a integrar com as distintas necessidades dos cidadãos estão a ser estudadas atualmente. Os recentes progressos permitiram que a realidade aumentada ficasse acessível em *smartphones* e *tablets* o que faz com que possa ser utilizada numa maior diversidade de contextos do que anteriormente. A aplicação desta tecnologia em

contextos específicos levanta, no entanto, alguns desafios na forma como pode ser útil e prática para o utilizador.

Na presente dissertação, as técnicas de visualização em realidade aumentada são objeto de estudo, de forma a contribuírem para o desenvolvimento de uma ferramenta de visualização, integrada numa aplicação móvel de resposta a emergências. Pretende-se que a realidade aumentada sirva de complemento às informações que os mapas podem proporcionar às equipas envolvidas nos serviços de assistência em emergências, apresentando-lhes uma perspetiva espacial diferente dos acontecimentos.

Adicionalmente, são também estudados outros contributos ao nível de interface e lógica da aplicação com o intuito de promover a eficácia e a usabilidade desta ferramenta.

1.2 Descrição e Contexto

A presente dissertação vem no seguimento da dissertação em "Realidade Aumentada para Emergências", realizada por Raquel Lucas [Lucas 2017], e tal como a anterior, também se enquadra no projeto (THEMIS), projetado pela Marinha Portuguesa.

O que se propõe é dar continuidade ao trabalho realizado anteriormente, que culminou no desenvolvimento de um protótipo funcional para uma aplicação móvel, que inclui a utilização de técnicas de realidade aumentada, e cujo objetivo é o auxílio e apoio à decisão das equipas de emergência presentes nas diversas operações de resposta a crises. A dissertação em "Técnicas de Realidade Aumentada para Emergências" destina-se a melhorar o protótipo anteriormente desenvolvido, conferindo-lhe novas soluções ao nível da interface gráfica, novas funcionalidades, e técnicas de realidade aumentada mais aprimoradas.

O produto desenvolvido visa permitir que as equipas de operação presentes no terreno obtenham uma perceção correta, clara e completa do local em que se encontram a atuar. Para tal, todas as ocorrências associadas a uma operação de emergência podem ser consultadas, através da aplicação e em tempo real, por cada uma das equipas de emergência destacadas para atuar nessa mesma operação. As ocorrências correspondem aos diversos pontos de interesse e incidentes que podem ser reportados pelos vários intervenientes da operação, mas também às próprias equipas de emergência. Cada ocorrência tem uma localização associada, que lhe permite a sua georreferenciação. No caso das equipas de emergência, a sua localização é obtida e atualizada automaticamente através de serviços inerentes à aplicação móvel desenvolvida no âmbito da presente dissertação. A aplicação móvel fornece dois modos para visualização das ocorrências georreferenciadas: modo de vista de mapa e modo de vista de realidade aumentada, que, sendo distintos, se complementam e facilitam a perceção espacial do conteúdo exibido.

Pretende-se igualmente que todas as informações que vão sendo reportadas através da aplicação móvel fiquem acessíveis ao *software* utilizado pelo posto de comando, onde se encontram as entidades responsáveis por gerir as informações da operação e decidir de que forma devem as equipas presentes no terreno atuar. Assim sendo, foi também

realizado trabalho no sentido de alcançar um meio de comunicação entre o sistema responsável por gerir as ações do posto de comando e aquele que é utilizado pelos elementos presentes no local das ocorrências.

O desenvolvimento do novo protótipo rege-se segundo um processo iterativo em que a Marinha Portuguesa tem um papel ativo na decisão das opções de implementação mais adequadas. As avaliações efetuadas ao longo do processo com potenciais utilizadores da aplicação têm também um grande impacto na modelação da solução final.

1.3 Contribuições

A dissertação em Técnicas de Realidade Aumentada para Emergências pretende fornecer as seguintes contribuições:

- **Modelação dos Requisitos da Aplicação THEMIS** - desenvolveu-se uma metodologia que permitiu, iterativamente, aprimorar os requisitos que o projeto [THEMIS](#), no qual a presente dissertação se enquadra, deve cumprir. Tratando-se de um projeto exploratório, os requisitos não estão completamente definidos à partida, pelo que foi necessário desenvolver trabalho de colaboração entre as diversas partes interessadas, no sentido de se compreender os objetivos propostos.
- **Melhoria do Protótipo Funcional Existente** - desenvolveu-se um novo protótipo funcional para a aplicação móvel [THEMIS](#), o qual sofreu alterações em vários aspetos:
 - Alterações na interface gráfica
 - Otimizações do desempenho da aplicação
 - Implementação de novas funcionalidades
 - Otimização da ferramenta de realidade aumentada existente
 - Introdução de uma nova simbologia
 - Introdução do modelo [JC3IEDM](#)
- **Avaliações com os Utilizadores** - realizaram-se avaliações de usabilidade com utilizadores, que permitiram obter conclusões sobre a usabilidade do protótipo desenvolvido.
- **Artigo Científico** - foi escrito um artigo científico que aborda o protótipo desenvolvido no âmbito da presente dissertação, encontrando-se em fase de submissão no momento da entrega da dissertação.

1.4 Organização do Documento

O presente documento segue a seguinte estrutura:

- **Introdução** - corresponde ao primeiro capítulo e introduz o tema da dissertação. Também apresenta a motivação para a realização da dissertação, bem como o contexto em que esta está inserida.
- **Trabalho Relacionado** - no segundo capítulo, é feita uma análise sobre o estado de arte no que se refere à utilização de dispositivos móveis em situações de emergência, com um grande foco na utilização de técnicas de realidade aumentada.
- **Ponto de Partida para a Elaboração da Dissertação** - no terceiro capítulo é apresentada uma especificação do projeto [THEMIS](#), seguida de uma descrição do trabalho anterior que serviu de ponto de partida para a presente dissertação.
- **Especificação do Processo de Desenvolvimento** - neste capítulo é descrito o processo que conduziu à implementação da solução, abordada no quinto capítulo.
- **Implementação da Solução** - no quinto capítulo podemos encontrar uma descrição do protótipo desenvolvido, assim como informação acerca das opções de implementação tomadas no seu desenvolvimento.
- **Avaliações com Utilizadores** - este capítulo corresponde à descrição dos testes de usabilidade, que pretendem evidenciar os resultados das avaliações realizadas durante o processo de desenvolvimento da solução.
- **Considerações Finais** - no último capítulo é feito um balanço de todo o trabalho desenvolvido, sendo também sugerido trabalho futuro.

TRABALHO RELACIONADO

Neste capítulo é feito um estudo de trabalhos de outros autores sobre formas de visualização de informação em ambientes móveis, com especial foco nas técnicas que possam ser úteis para aplicações que auxiliam operacionais em situações de emergência. A realidade aumentada merece um grande destaque neste estudo, pretendendo-se compreender de que forma pode ser integrada nas referidas aplicações. É também realizado um estudo sobre os aspetos a ter em consideração ao realizar testes de usabilidade.

2.1 Técnicas de Visualização em Dispositivos Móveis

Os avanços tecnológicos das últimas décadas têm sido acompanhados por uma massificação da utilização de dispositivos móveis. Se outrora estes dispositivos tinham bastantes limitações ao nível da capacidade de processamento e memória, servindo essencialmente para comunicações de voz, atualmente esses problemas têm vindo a ser mitigados e cada vez é menor a sua diferença em relação a dispositivos não móveis. Os dispositivos móveis oferecem a vantagem de poderem acompanhar facilmente o portador para qualquer lugar. Essa característica faz com que sejam geralmente mais pequenos e, por conseguinte, que tenham uma menor área de visualização de informação.

O reduzido espaço de ecrã e a sua utilização em contextos de mobilidade - o que pressupõe um foco de atenção do utilizador repartido por várias tarefas, bem como a alternância do mesmo entre ambientes diversos - consistem nas principais adversidades que os dispositivos móveis apresentam quando se pretende exibir informações de uma forma perceptível aos utilizadores. Vários estudos têm sido realizados com o objetivo de tornar a visualização de dados nestes aparelhos mais perceptível [Matos 2015].

As técnicas de filtragem são métodos que reduzem a quantidade de dados transmitidos ao utilizador, com o intuito de realizar uma seleção apenas das informações mais relevantes. Para que estas técnicas sejam eficazes, necessitam de ter em conta as necessidades do utilizador em cada instante. O crescente número de sensores, que equipam os mais recentes dispositivos móveis, permite dar indicações acerca da situação atual do utilizador. Essas informações ajudam a criar contextos de uso, que podem ser vistos como características que permitem descrever o meio envolvente num determinado momento.

Aplicações cientes do contexto é a designação atribuída às aplicações que se adaptam de acordo com a informação recebida acerca de um ou vários contextos de uso. O contexto mais comumente utilizado por este género de aplicações é a localização, cujas informações são obtidas através de sistemas de posicionamento global, tais como o GPS, que integra a maioria dos *smartphones* da atualidade. Não obstante, existem outros contextos que podem ser relevantes para a adaptação da visualização em diferentes contextos. Nivala e Sarjakoski [Nivala e Sarjakoski 2007] descrevem um mapa com uma interface que se altera de acordo com o idioma e idade do utilizador, a atividade que este pretende praticar, ou a hora e altura do ano. Na figura 2.1, pode-se observar o GiMoDig, protótipo que implementa essas adaptações. Adaptações como as que acabam de ser enumeradas permitem uma redução da carga cognitiva sobre os utilizadores, tornando o sistema mais facilmente utilizável e apelativo.

Para além das técnicas de filtragem, há uma procura de novas formas para ajudar o utilizador quando lhe é exibida informação em dispositivos móveis. A presença de câmaras nos dispositivos móveis permite partir para outras áreas de estudo, tais como a realidade aumentada (RA). Esta tecnologia será abordada com maior detalhe na secção 2.2.

2.1.1 Aplicações Adaptadas ao Contexto e Aplicações Adaptativas

Reichenbacher [Reichenbacher 2008] fez uma distinção entre aplicações de visualização adaptada ao contexto e aplicações de visualização adaptativa. As primeiras fornecem ferramentas para que o utilizador possa selecionar a informação que lhe é apresentada. Estas aplicações permitem um controlo por parte do utilizador acerca da informação que é exibida, podendo tornar-se pouco adequadas e forçar a um aumento da carga cognitiva do utilizador.

As aplicações adaptativas, por sua vez, alteram as características de visualização automaticamente, consoante a informação que recebem sobre os atuais contextos de uso. Estas aplicações tornam as adaptações de visualização aos diferentes contextos transparentes para o utilizador. Para evidenciar de que maneira podem ser utilizadas aplicações adaptativas, foi construída numa aplicação de auxílio no combate a incêndios [Oliveira e Araújo 2016]. Nestas circunstâncias podem ser utilizadas informações da envolvente tais como a temperatura, luminosidade, ou a localização do utilizador, para criar os contextos da aplicação. O *framework* VISAR, proposto neste estudo, faz a gestão da interface para a aplicação e ao ser conciliado com um editor de interfaces, o VISAR IE, torna possível, sem



Figura 2.1: Protótipo GiMoDig ciente do contexto (dia/noite) [Nivala e Sarjakoski 2007]

ser necessário recorrer à programação, a modelação da interface e do seu comportamento perante variadas situações de contexto. O editor de interfaces permite, portanto, que pessoas não especialistas em computação possam construir variações nas interfaces assentes no *framework* VISAR. Um exemplo do funcionamento de uma aplicação de emergências que faz uso do *framework* VISAR é:

1. Carregamento na aplicação do documento XML criado pelo VISAR IE, que contém os padrões e cenários que pertencem à interface.
2. Inicialização do sistema, através do VISAR, que suporta funções para controlar a interface, podendo ativar ou desativar cenários em tempo de execução. A inicialização começa em contexto "NORMAL", que fornece informações ao utilizador acerca da temperatura do ambiente, oxigénio que tem disponível e a planta do local, que correspondem a padrões da aplicação.
3. Entrada do utilizador em ambiente de baixa luminosidade. A aplicação deteta ambiente com pouca luz e notifica o VISAR, que ativa a situação de contexto "ESCURO". Neste contexto, adicionalmente ao que já era representado anteriormente, é exibido no ecrã um novo padrão, uma câmara com visão noturna.
4. A aplicação deteta uma subida de temperatura acentuada de 30° para 45°, que não implica a alteração de contexto, apenas a alteração do conteúdo de um padrão. Neste caso, o padrão alterado é a temperatura, mantendo-se o contexto "ESCURO".

Os contextos de uso e os padrões a estes associados, que contêm certas propriedades, podem ser definidos no editor de interfaces. Matos [Matos 2015] também propõe na sua tese de doutoramento um modelo: a infraestrutura conceptual de *middleware* Chameleon, que tem como objetivo servir de base para a criação de aplicações móveis de visualização adaptativa de informação. A Chameleon está também organizada de forma a ser independente da aplicação em que se insere, para tornar possível a sua utilização em diferentes domínios e conjugar diversos contextos de uso.

2.2 Realidade Aumentada

Segundo Azuma [Azuma 1997], realidade aumentada (RA) é uma variante de realidade virtual (RV). As diferenças têm que ver com o grau com que o utilizador está imerso num ambiente artificial. Enquanto que nas tecnologias de RV o utilizador está completamente imergido num mundo virtual, não conseguindo aperceber-se do mundo real que o rodeia, de um modo distinto, as tecnologias de RA não criam uma simulação da realidade [Rose et al. 2010], mas complementam a perceção do mundo real com objetos virtuais sobrepostos. A RA permite que objetos virtuais coexistam com locais e objetos reais, acrescentando-lhes informação e significado. Estes objetos fictícios podem ser manuseados pelo utilizador, tal como referem Kirner e Zorzal [Kirner e Zorzal 2005]. Para complementar a definição de realidade aumentada foram atribuídas as seguintes propriedades aos sistemas de RA [Azuma 1997]:

- Combinação do mundo real com o mundo virtual.
- Interatividade com o utilizador em tempo real.
- Visão em 3D.

As características da realidade aumentada potenciam a sua utilização em diferentes áreas. A introdução de objetos virtuais incapazes de serem detetados pelo utilizador no mundo real, com os quais pode interagir, oferece-lhe a possibilidade de desempenhar de forma mais eficaz tarefas militares, médicas, da área da robótica, da construção de infraestruturas ou do entretenimento [Azuma 1997]. Campanhas de marketing e roteiros turísticos estão também a beneficiar da utilização de sistemas de RA [Xu et al. 2016].

2.2.1 Sistemas de Realidade Aumentada

Quando se pretende construir um sistema de realidade aumentada é preciso definir a forma com que este combina o mundo real com o ambiente virtual. Um critério para distinguir e classificar os diferentes sistemas tem por base os métodos utilizados na exibição das imagens que chegam até aos olhos do utilizador. Podem ser utilizadas tecnologias de visualização ótica ou tecnologias de visualização por vídeo. De acordo com essas diferenças, os sistemas de realidade aumentada podem ser agrupados em quatro grupos distintos [Azuma 1997; Kirner e Zorzal 2005]:

- **Sistema de visão ótica direta** - utiliza um aparelho que tem na sua constituição lentes parcialmente transmissoras, colocado sobre os olhos do utilizador, que lhe permite observar diretamente o mundo real. Estas lentes encontram-se geralmente ligeiramente inclinadas, tornando também possível a reflexão parcial de imagens virtuais projetadas por monitores até aos olhos do utilizador (Fig: 2.2).
- **Sistema de visão direta por vídeo** - utiliza um capacete que impede por completo a visão do mundo real por parte do utilizador. As imagens do mundo exterior são captadas por câmaras de vídeo e são misturadas com imagens virtuais criadas por um gerador de cenas. O resultado da combinação é enviado diretamente até aos olhos do utilizador através de um visor projetado para o efeito (Fig: 2.3).
- **Sistema de visão por vídeo baseado em monitor** - utiliza uma *webcam* que captura a cena real. Estas imagens são posteriormente misturadas com objetos gerados artificialmente por um computador e apresentados ao utilizador através de um monitor. O monitor poderá ser o ecrã de um dispositivo móvel. O uso de óculos é opcional. (Fig: 2.4).
- **Sistema de visão ótica por projeção** - este sistema não utiliza nenhum dispositivo que auxilie no processo de receção de imagens por parte do utilizador. A técnica consiste na projeção de imagens virtuais em superfícies reais, o que a torna dependente das características dessa superfície.

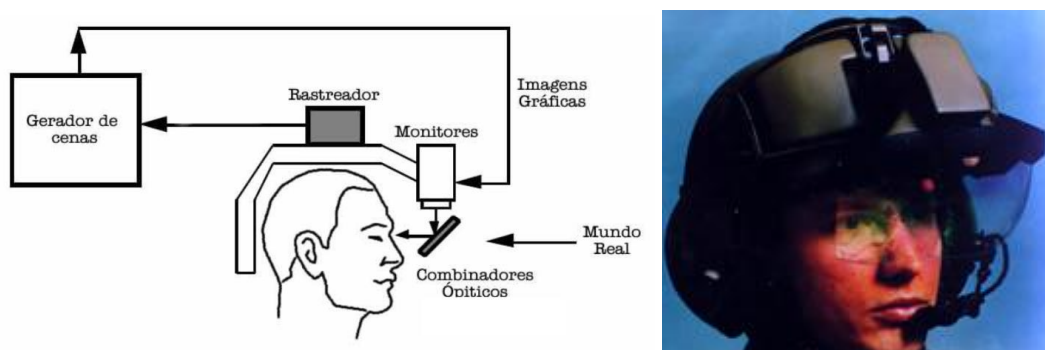


Figura 2.2: Diagrama acompanhado de um exemplo representativo do sistema de visão ótica direta [Kirner e Zorzal 2005]

2.2.2 Tipos de Aplicações em Realidade Aumentada

Num artigo publicado em 2010 [Rose et al. 2010], são distinguidos dois tipos de aplicações de realidade aumentada, de acordo com o método que utilizam para obter informações:

- **Aplicações de RA baseadas em marcador** – estas aplicações fazem o reconhecimento de símbolos gráficos, que as informam sobre quais os objetos virtuais que

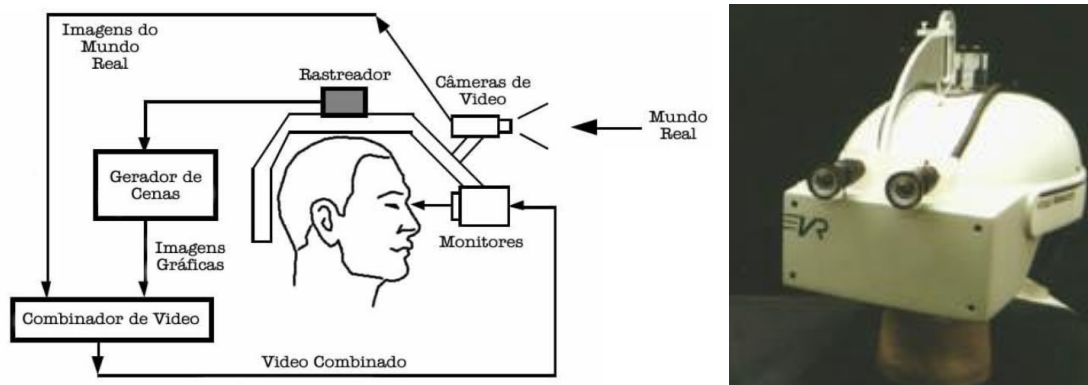


Figura 2.3: Diagrama acompanhado de um exemplo representativo do sistema de visão ótica por vídeo [Kirner e Zorzal 2005]

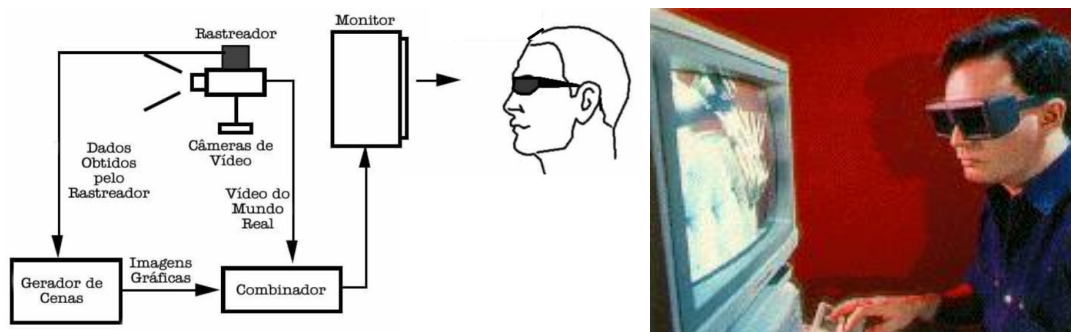


Figura 2.4: Diagrama acompanhado de um exemplo representativo do sistema de visão por vídeo baseado em monitor [Kirner e Zorzal 2005]

devem de ser exibidos, e que disposição deverão apresentar. A forma mais usual de obter essas marcações é através do uso de códigos QR (“Quick Response”).

Os códigos QR são códigos de barra em 2D, com formato quadrado, que podem ser lidos por dispositivos móveis equipados com o *software* apropriado. A leitura e reconhecimento desses símbolos permite uma representação de objetos de realidade aumentada aos quais estão associados.

- **Aplicações de RA sem marcador** – estas aplicações utilizam os sistemas de GPS, bem como bússolas digitais, para obter a localização e orientação dos mesmos. Os sistemas que utilizam esta abordagem costumam proporcionar interfaces que permitem aos utilizadores situar pontos de interesse no espaço através de símbolos. Esses pontos de interesse são visualizados quando se caminha na direção dos mesmos com a vista de realidade aumentada. A figura 2.5 mostra a visualização de um ponto de interesse em vista de realidade aumentada numa aplicação não baseada em marcadores.



Figura 2.5: Exemplo de aplicação de RA sem marcador [Rose et al. 2010]

2.2.3 Aplicações de Realidade Aumentada Cientes do Contexto

O desenvolvimento das técnicas de realidade aumentada permitiu a criação de sistemas de realidade aumentada que conferem ao utilizador a possibilidade de manipular objetos virtuais em ambientes reais. Um dos desafios que os investigadores enfrentam atualmente, prende-se com o desenvolvimento de sistemas de realidade que possam fornecer informação relevante ao utilizador, de acordo com as suas necessidades. Há soluções que propõem a sobreposição dos conteúdos mais relevantes sobre os objetos físicos reais, de acordo com o contexto do utilizador. Contudo, esta solução necessita de processar uma grande quantidade de dados e nem sempre se consegue fazer com que o utilizador tenha a perceção de que os objetos virtuais coexistem com os objetos reais. Nesse sentido, foram desenvolvidas outras soluções que exploram informação contextual recorrendo a um menor custo computacional. Essas soluções são alcançadas através da criação de aplicações de realidade aumentada cientes do contexto [Oh e Woo 2009].

No domínio da realidade aumentada, têm sido dados alguns passos no que diz respeito à sua utilização ciente do contexto, entre os quais a catalogação dos contextos mais importantes para a RA [Oliveira e Araújo 2016]:

- **Localização** – refere-se à posição do utilizador e dos pontos de interesse que o rodeiam.
- **Iluminação** – indica a incidência de luz no local, correspondendo à claridade, luminosidade e ao brilho.
- **Utilizador** – refere-se a quem está a interagir com o sistema. Esta informação permite a criação de RA personalizada, de acordo, por exemplo, com as tarefas que o utilizador necessita de completar num dado momento.

- **Ambiente** – engloba os contextos referidos anteriormente. Este contexto tem um comportamento distinto dos outros três, visto que, em vez de influenciar o funcionamento de uma aplicação, faz referência a situações que ocorrem no ambiente em que o utilizador se encontra a utilizar a aplicação.

Os sistemas de RA têm padrões comuns de desenho de interfaces. Esta característica torna possível padronizar os componentes utilizados e construí-los de modo a que possam ser reutilizados por qualquer sistema de RA. O *framework* VISAR e o modelo conceptual de *middleware* Chameleon, abordados na secção 2.1.1, são exemplos de modelos que pretendem tornar possível a construção de aplicações de realidade aumentada cientes do contexto em diferentes sistemas, sejam quais forem os contextos pretendidos.

2.2.4 Realidade Aumentada em Dispositivos Móveis

A realidade aumentada é uma tecnologia com potencial para ser integrada em dispositivos móveis, uma vez que pode contribuir para uma visualização de dados mais rica. A realidade aumentada móvel pode ser vista como uma fusão entre realidade aumentada, computação ubíqua e dispositivos móveis. As seguintes características foram atribuídas aos sistemas de RA móvel [Papagiannakis et al. 2008]:

- Combina objetos virtuais com um ambiente real.
- Corre em tempo real e permite mobilidade.
- Alinha objetos reais com os objetos virtuais
- Baseia a projeção virtual em objetos 3D dinâmicos.

Os sistemas móveis de RA são descritos como sistemas que têm potencial para revolucionar a forma como a informação é apresentada aos utilizadores [Höllerer et al. 2001]. Para tal, é necessário que a interface do utilizador seja implementada de forma a maximizar a relevância dos objetos virtuais e minimizar a confusão inerente à sobreposição com o mundo real. No mesmo artigo, são referidas três técnicas no desenho de interfaces, fulcrais para alcançar bons resultados nesta matéria:

- **Filtragem de informação** – auxilia na seleção de informação mais relevante para apresentar ao utilizador.
- **Desenho das componentes de interface** – determina o formato em que a informação deverá ser carregada, com base nos recursos disponíveis no ecrã e na precisão com que a imagem virtual projetada consegue estar posicionada no mundo real.
- **Gestão da visualização** – assegura que os objetos virtuais são exibidos corretamente no plano. Esta técnica visa impedir que objetos virtuais ou reais se sobreponham a outros mais relevantes.

Estas técnicas devem ser aplicadas de forma dinâmica, uma vez que as tarefas do utilizador, a sua posição no meio envolvente e a precisão com que as componentes virtuais encaixam no mundo real se alteram com frequência.

2.2.4.1 Filtragem de Informação de RA em Dispositivos Móveis

Tal como foi referido anteriormente, um aspeto muito importante a ter em consideração quando se utilizam sistemas de realidade aumentada, sobretudo em dispositivos móveis, cujo espaço é limitado, é a forma como as informações visuais são organizadas, bem como a quantidade de informação que é apresentada. Informação em excesso leva à desordem, e pode suscitar confusão no utilizador.

Para resolver este problema, pode ser feita uma filtragem que seleciona a informação de acordo com prioridades, de modo a que apenas seja exibida a informação mais relevante para o utilizador, num dado instante. Essa informação depende do contexto em que o utilizador se encontra nesse determinado momento.

A distância entre cada objeto e um dado ponto de referência representam o contexto mais comum nestes sistemas. Porém, este critério por vezes não é adequado para obter bons resultados.

Estudos sobre a matéria [Feiner et al. 1993] têm na sua base a edificação de regras que selecionam a informação relevante para exibir ao utilizador.

Alguns autores descrevem um algoritmo de filtragem automatizada de informação para tornar mais legível o ecrã de um sistema experimental móvel de realidade aumentada [Julier et al. 2002]. O algoritmo calcula quais objetos devem ser apresentados ao utilizador com base na posição do mesmo, mas também na importância que cada objeto poderá ter para o utilizador, num determinado instante. Para tal, teve de ser realizada, previamente, uma análise das tarefas que podem ser desempenhadas pelo utilizador, e definidos quais os objetos relevantes para desempenhar cada ação. Ao implementar o algoritmo de acordo com uma determinada tarefa, foram geradas duas representações do ambiente, visíveis na figura 2.6. A representação presente no lado direito da figura 2.6 (b), que foi submetida a uma filtragem de informação, é mais perceptível do que aquela exibida do lado esquerdo (a), que não possui qualquer processo de filtragem.

As aplicações de RA cientes de contexto aplicam técnicas de filtragem de informação.

Uma outra abordagem estudou novas formas de exibir informação relevante em sistemas de realidade aumentada móveis e aplicou-as num protótipo para uma aplicação móvel [Silva et al. 2015]. A solução consistiu em representar objetos mais relevantes através de cores quentes e objetos menos relevantes através de cores frias. Para além disso, foi alterada a opacidade dos objetos de acordo com o grau de relevância dos mesmos, sendo os objetos mais relevantes representados por opacidades maiores. Esta abordagem teve por base estudos anteriores, em que foram discutidas técnicas para diferenciar objetos de acordo com a relevância dos mesmos em sistemas cartográficos móveis [Reichenbacher 2007]. De acordo com este último autor, a relevância de um objeto pode ser agrupada



Figura 2.6: Visualização em RA sem filtragem de informação (a); Visualização em RA com filtragem de informação (b) [Julier et al. 2002]

segundo os fatores que a determinam, podendo ser estes temporais, espaciais, do sistema ou relativos às necessidades do utilizador. Algumas regras têm sido propostas para hierarquizar a relevância de um objeto:

- Objetos mais próximos são mais relevantes do que objetos mais distantes.
- Objetos visíveis são mais relevantes do que objetos escondidos ou invisíveis.
- Objetos audíveis são mais relevantes do que objetos inaudíveis.
- Objetos que são vinculáveis ao conhecimento predominante dos utilizadores são mais relevantes.
- Objetos com pouco conteúdo de informação para o utilizador são menos relevantes do que aqueles que apresentam mais conteúdo.

O mesmo autor refere ainda que na cartografia são utilizadas várias técnicas para enfatizar os objetos mais relevantes, entre as quais:

- Aplicar cores mais apelativas para objetos mais relevantes.
- Desfocar objetos menos relevantes.
- Diminuir opacidade de objetos menos relevantes.
- Diminuir o tamanho do símbolo ou contorno dos objetos menos relevantes.

2.2.4.2 Representação de Objetos Fora do Campo de Visão

Quando se utilizam técnicas de realidade aumentada para dispositivos móveis, apenas são gerados objetos virtuais dentro de um campo de visão limitado. Objetos fora desse campo de visão não se encontram visíveis para o utilizador, pelo que este tem de mover o dispositivo horizontalmente e/ou verticalmente para encontrar os restantes objetos.

Contudo, é geralmente importante que o utilizador consiga aceder de alguma forma à informação do terreno que não está contida no seu raio de visão, sem ter de mover o dispositivo. Existem várias técnicas que podem ser utilizadas quando estamos perante mapas bidimensionais [Burigat et al. 2012]. Para o presente trabalho, interessa conhecer algumas abordagens para aplicações de realidade aumentada:

Mini-mapas e Setas 3D – Os mini-mapas são como o nome indica, pequenos mapas que podem ser utilizados para situar objetos no espaço. Esta técnica de visualização pode ser utilizada para representar objetos fora do campo de visão do utilizador. Nestes mapas, tanto a posição atual do utilizador, como também os pontos de interesse presentes na envolvente, são assinalados, de acordo com um determinado referencial. A orientação que o utilizador apresenta, num dado instante, pode também ser representada de forma a ajudar no processo de reconhecimento de objetos no mapa. Os mini-mapas são opção recorrente para representar pontos de interesse em aplicações de realidade aumentada de turismo, sendo costume serem dispostos numa das extremidades do ecrã do dispositivo móvel. Algumas plataformas comerciais de realidade aumentada móvel, como o Wikitude ¹ e o Layar ², disponibilizam um radar que, tal como os mini-mapas, localiza pontos de interesse situados nas imediações da posição atual do utilizador.

Por outro lado, as setas 3D representam outra técnica que pode ajudar na visualização de objetos fora do campo de visão do utilizador em aplicações de realidade aumentada. Esta abordagem, que utiliza setas tridimensionais embutidas, é proposta como alternativa aos mini-mapas [Schinke et al. 2010]. Cada seta aponta para um objeto fora do campo de visão. O comprimento da seta é proporcional à distância entre o utilizador e objeto. A figura 2.7 mostra um exemplo onde é utilizado em simultâneo um mini-mapa 2D e setas 3D.

Segundo testes efetuados [Schinke et al. 2010], o uso de setas tridimensionais alcança melhores desempenhos, tendo os participantes conseguido identificar pontos de interesse com maior rapidez e maior precisão do que através da utilização do mini-mapa. A explicação para tal, deve-se ao facto do utilizador não ter de alinhar diferentes sistemas referenciais quando utiliza setas 3D, visto que estas se encontram embebidas no referencial de realidade aumentada. Ainda assim, estes testes tiveram em conta um pequeno número de pontos de interesse, pelo que, na existência de vários objetos, os resultados apresentados são inconclusivos.

Barras Laterais – Siu e Herskovic [Siu e Herskovic 2013] sugerem uma outra técnica para visualizar objetos que não estejam contemplados no ecrã de uma aplicação em realidade aumentada. Esta técnica assinala objetos fora do campo de visão do utilizador nas extremidades laterais do ecrã. Segundo os autores, a técnica das barras laterais encontra solução para três problemas que outras abordagens costumam apresentar:

¹<https://www.wikitude.com>

²<https://www.layar.com>

1. Representa a categoria dos objetos que se encontram fora do ecrã. Este aspeto possibilita ao utilizador filtrar a informação que pretende.
2. Inclui diversos pontos de interesse, sem tornar o ecrã confuso e desordenado.
3. Guia os utilizadores até ao ponto de interesse desejado de uma forma natural.

A figura 2.8 mostra a representação esquemática da interface. Os pontos de interesse representados nas barras laterais apresentam a distância do utilizador aos mesmos, e informam em que sentido o utilizador deve rodar o ecrã de forma a encontrá-los.



Figura 2.7: Exemplo de utilização de mini-mapa e setas 3D em RA [Schinke et al. 2010]

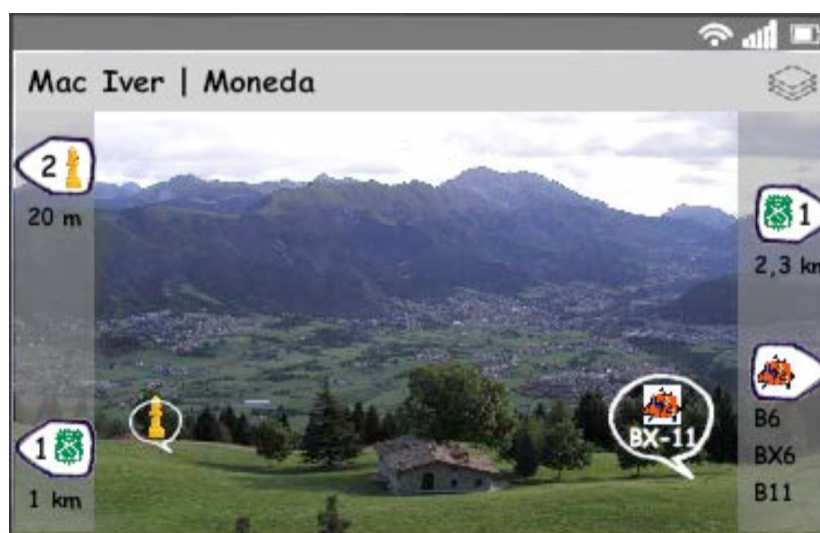


Figura 2.8: Exemplo de utilização de barras laterais em RA [Siu e Herskovic 2013]

Protótipo de Pesquisa Adaptada à Orientação – Matos [Matos 2015] apresenta um protótipo na sua tese de doutoramento que tem por objetivo permitir a pesquisa de pontos

de interesse na vizinhança da localização atual do utilizador. A interface deste protótipo está dividida em várias áreas distintas:

- **Vista do mundo exterior** – esta área, representada na figura 2.9, pelo número 1, ocupa a parte superior do ecrã e apresenta as imagens do exterior captadas pela câmara do dispositivo móvel.
- **Vista de Bússola** – esta área, representada na figura 2.9, pelo número 2, informa qual a orientação atual do utilizador. Para além disso, a bússola dispõe de um círculo verde, que representa a orientação que a aplicação tem em conta ao apresentar as imagens da vista de ponto de interesse.
- **Vista de ponto de interesse** – esta área, representada na figura 2.9, pelo número 3, apresenta por omissão a imagem do ponto de interesse mais próximo do utilizador, de acordo com a direção que este apresenta. As setas representadas por 3b e 3c permitem que a imagem apresentada em 3a possa ser trocada por outra, caso existam outros pontos de interesse situados na mesma direção.

Caso o utilizador pretenda visualizar pontos de interesse presentes noutra direção que não aquela para a qual está direcionado, poderá consegui-lo de duas formas:

- Com o modo dinâmico ativado, ao rodar sobre si mesmo, de forma a alterar a sua orientação, altera também a orientação da bússola e, por sua vez, os pontos de interesse representados na vista de ponto de interesse.
- Com o modo estático ativado, poderá, sem se movimentar, alterar manualmente a direção da bússola, e, consequentemente, as imagens que são apresentadas na vista de ponto de interesse.

2.2.4.3 Agregação de Informação Sobreposta

Outro problema associado à utilização de sistemas de realidade aumentada, sobretudo em dispositivos móveis, que costumam apresentar ecrãs de menores dimensões, é a possibilidade de se assistir em certas circunstâncias a um excesso de informação, representado numa mesma área. A concentração de objetos num mesmo espaço pode dificultar a sua compreensão. A informação em excesso pode inclusivamente refletir-se numa sobreposição indesejada de objetos.

Um estudo realizado sugere uma solução que faz a agregação de pontos que se encontram na mesma célula. Os pontos estão organizados numa grelha esférica 3D, centrada na posição atual do utilizador, de acordo com o seu azimuth e altitude [Carmo et al. 2016].

Os pontos que pertençam à mesma célula são exibidos por um símbolo de agregação, que representa todos os pontos contidos nessa célula. Caso o utilizador pretenda, pode, ao clicar no símbolo de agregação, desagregar todos os pontos presentes na célula durante



Figura 2.9: Protótipo de pesquisa adaptada à orientação [Matos 2015]

sete segundos, voltando os mesmos a convergir num só símbolo passado esse tempo. A figura 2.10 exemplifica a solução.

A grelha utilizada na implementação divide o espaço em fatias de 9 graus. Esta separação divide o espaço visível em aproximadamente dez colunas e dez linhas, o que equivale a uma visualização aproximada de cem células distintas.

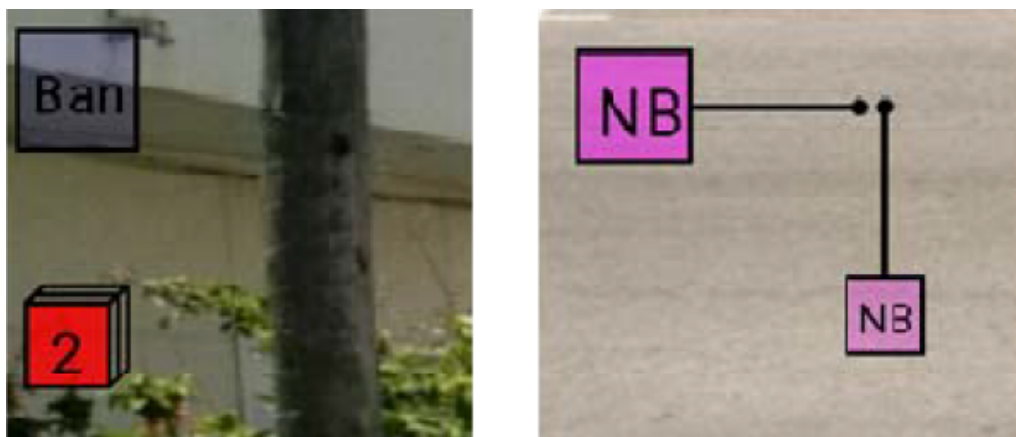


Figura 2.10: Agregação de informação (a); Desagregação de informação (b) [Carmo et al. 2016]

2.2.5 Sistemas de RA para Emergências

Em situações de emergência, é fulcral que os operacionais estejam cientes da máxima informação relevante possível, de uma forma rápida e fácil. A presente dissertação pretende integrar técnicas de visualização em dispositivos móveis, entre as quais a realidade

aumentada, numa aplicação para resposta em situações de emergência. Em seguida são descritos outros sistemas com fins semelhantes.

2.2.5.1 Treino de equipas de emergência através de interfaces móveis de RA

Na literatura encontra-se um trabalho realizado com o intuito de apoiar as equipas de resposta a emergências, recorrendo a tecnologias que as preparam para enfrentar situações de desastre [Sebillo et al. 2016].

Os autores propõem a adoção de interfaces móveis de realidade aumentada para apoiar as equipas de resposta a emergências. O sistema faculta uma solução integrada para dispositivos móveis que é composta por dois modos de visualização:

- o MapMode corresponde a uma vista de mapa bidimensional, onde caminhos e objetos geográficos de interesse são exibidos (Fig: 2.11a).
- o LiveMode explora técnicas de realidade aumentada que permitem ao utilizador melhorar a sua perceção acerca da envolvente (Fig: 2.11b).

O sistema proposto visa aumentar a eficácia dos treinos em atividades de preparação para crises, familiarizando-os com as tecnologias a ser adotadas em cenários reais. Para utilizar este sistema, são simulados cenários de desastre e equipas de resposta a emergências constituídas por estagiários que são convidados a realizar algumas tarefas específicas, geralmente difíceis de desempenhar em situações de stress, comuns no mundo real.



Figura 2.11: MapMode (a); LiveMode (b) [Sebillo et al. 2016]

2.2.5.2 Sistema de RA para a Resposta a Desastres de Terramoto

Johannes Leebmann, do Centro Colaborativo de Pesquisa 461 (CRC461) da Universidade de Karlsruhe, na Alemanha [Leebmann 2004], escreveu um artigo onde descreve um sistema de realidade aumentada desenvolvido como ferramenta para auxiliar na gestão de desastres. Este sistema representa informação relevante sobre um desastre, invisível aos olhos do utilizador e sobrepõe-na com a realidade, na mesma escala. A ideia é que o sistema esteja preparado para a partilha de conhecimentos entre membros de diferentes

áreas que têm de trabalhar em conjunto. A ferramenta pode ser usada em várias fases de uma catástrofe, tais como na simulação e preparação da população para catástrofes, em estudos de impacto, na resposta a um evento, ou na reabilitação e reconstrução de edifícios. Esta ferramenta é composta por dispositivos capazes de medir a sua posição e orientação, de processar a cena virtual e combiná-la com o mundo real, e por uma câmara capaz de capturar imagens do mundo real. A posição é calculada através de dois GPS diferenciais, um estacionário numa posição conhecida e outro móvel, de modo a aumentar a precisão da medição.

A exibição de imagens virtuais sobrepostas às imagens reais pode ser realizada de duas formas distintas: através de um computador portátil ou através de um dispositivo ótico (Fig: 2.12). A orientação da câmara é determinada por sensores. Para além disso, o utilizador deve transportar consigo conectores, baterias e antena de GPS numa mochila.

A figura 2.13 descreve uma das situações em que o uso deste sistema é adequado, aquando da simulação da ocorrência de um terramoto. Nesta figura é possível observar uma mistura da imagem real observada, com dados obtidos anteriormente através de um scanner a laser do local, e de objetos virtuais. Os dados do scanner a laser são utilizados para calibrar o sistema, obtendo-se uma sobreposição de imagens reais e virtuais com maior qualidade. Deste modo, é possível simular uma catástrofe e os estragos que a mesma pode produzir de forma a treinar os operacionais para estas situações.



Figura 2.12: Formas de utilização de sistema de RA para resposta a desastres de terramoto [Leebmann 2004]

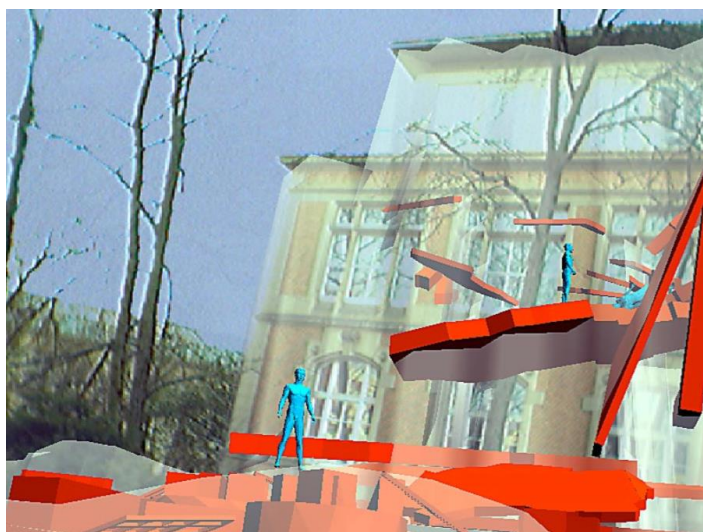


Figura 2.13: Sobreposição da realidade com objetos virtuais em simulação de desastre de terremoto [Leebmann 2004]

2.2.5.3 RA para Incêndios e Serviços de Emergência

O Instituto Nacional de Tecnologia/Departamento de TI, na Índia, propôs um sistema de realidade aumentada que pretende melhorar o acesso à informação, bem como a comunicação entre as diferentes equipas envolvidas num incêndio [Wani et al. 2013]. O sistema proposto baseia-se em três áreas de estudo da ciência da computação: trabalho cooperativo apoiado por computador, computação vestível e espaços ubíquos.

Na ocorrência de um desastre os meios destacados para atuar podem ter diferentes funções. Enquanto alguns operacionais são destacados para recolher informações do terreno, outros constituem um posto de comando e controlo responsável por analisar a informação recolhida e alocar recursos de forma conveniente. Os elementos que se encontram no centro de controlo podem, por exemplo, direccionar os operacionais para investigarem áreas particulares, marcando os locais num mapa 3D que pode ser visualizado pelos operacionais no terreno.

A realidade aumentada é uma ferramenta utilizada neste sistema para possibilitar a comunicação entre os vários agente envolvidos, mas sobretudo para auxiliar os operacionais que se encontram no terreno com informação visual. Um cenário exemplificativo prende-se com o facto da ocorrência de um incêndio num edifício dificultar frequentemente a recolha de informação visual nesse local. Através do auxílio da realidade aumentada, plantas do edifício podem ser carregadas no ambiente real, conferindo ao utilizador uma melhor perceção do local. Para além disso, os agentes presentes no terreno podem utilizar objetos de realidade aumentada para assinalar informações relevantes, acessíveis a todas as outras entidades envolvidas.

Após o termino da operação, os objetos de realidade aumentada criados são guardados e posteriormente utilizados para análise ao modo como a operação se desenrolou.

2.3 Simbologia para Emergências

O trabalho desenvolvido no âmbito da presente dissertação também incidiu na introdução de uma nova simbologia.

Pesquisas realizadas referem que atualmente existe uma lacuna ao nível da standardização de símbolos em contextos de emergência [Dymon 2003]. Não há convenções definidas e, como tal, também não há um conjunto de símbolos consistente e mundialmente aceite para representar os eventos que ocorrem nestas situações.

Cada organização, seja qual for a sua natureza, tem vindo a desenvolver os seus próprios símbolos na gestão de emergências, sendo que muitos deles são edificados de acordo com as necessidades específicas da organização que os criou. Cabe aos operacionais aprenderem a simbologia utilizada pela organização que representam e interpretá-la convenientemente.

Nos EUA foi proposto o standard ANSI 415-2006³, com o objetivo de reunir todos os símbolos utilizados no mapeamento de gestão de emergências. Alguns trabalhos testaram a simbologia proposta por esta norma e os resultados revelaram limitações na adequação da mesma para servir todas as várias entidades que atuam em contextos de emergência. Para além disso, os símbolos adotados pelo ANSI foram considerados difíceis de interpretar e pouco legíveis quando dispostos na maioria das escalas utilizadas na representação de mapas [Robinson et al. 2011].

Outras organizações internacionais, tais como a NATO ou a ONU, desenvolveram a sua própria simbologia. A simbologia da NATO, porém, é muito extensa e abrangente, pelo que se torna bastante difícil mapeá-la para contextos específicos de resposta a emergências. A ONU por outro lado, através do seu órgão responsável por questões humanitárias, *United Nations Office for the Coordination of Humanitarian Affairs (OCHA)*, disponibilizou gratuitamente quinhentos símbolos que podem ser utilizados na prestação de auxílio em emergências⁴.

Outros estudos [Marinova 2018] propuseram a adoção de um novo sistema simbólico para gestão de desastres que juntasse conceitos e abordagens provenientes de outra literatura. O trabalho desenvolvido resultou na definição do formato e cor de cada símbolo a ser utilizado em situações de emergência, de acordo com a categoria generalista a que pertence. As cinco categorias e correspondentes cores e formatos adotados estão ilustrados na figura 2.14.

No âmbito da realidade aumentada, também é possível encontrar literatura que aborda técnicas para melhorar a legibilidade da simbologia utilizada pelos objetos virtuais. Neste contexto, o mundo real, ao qual se sobrepõem os objetos virtuais, nem sempre apresenta as mesmas características ao nível da sua cor ou luminosidade. É por isso frequente, sobretudo quando se utiliza realidade aumentada ao ar livre, enfrentar-se dificuldades na

³<https://webstore.ansi.org/standards/incits/ansiincits4152006>

⁴<https://reliefweb.int/report/world/world-humanitarian-and-country-icons-2012>






Category	Shape and Color	RGB Color	CMYK Color
Disasters		255-0-0	0-100-100-0
Infrastructure		90-0-185	80-90-0-0
Protection Services and Safety Infrastructure		0-100-255	80-60-0-0
Affected People and Infrastructure		255-125-0	0-65-100-0
Operational Sites and Activities		35-150-0	80-15-100-0

Figura 2.14: Diferenciação de símbolos de acordo com a sua categoria [Marinova 2018]

visualização dos elementos virtuais sobrepostos. Um estudo foi conduzido com o propósito de testar e avaliar um conjunto de adaptações aos símbolos gráficos com o intuito de compreender quais lhes conferem maior legibilidade, sem alterar a sua posição nem as imagens do mundo real [Carmo et al. 2013]. Concluiu-se que, após a submissão de cada uma das adaptações a ambientes constituídos por distintas cores e valores de luminosidade, a adição de um contorno em torno da simbologia apresentou melhores resultados do que todos os outros ajustes. Utilizaram-se as cores neutras preto e branco para os contornos, sendo que os símbolos com o contorno preto foram, em média, os mais facilmente identificados. Para o estudo foram também consideradas alterações da luminosidade do símbolo, aumentos do seu tamanho e alteração da cor do conteúdo presente no símbolo, que no referido trabalho correspondiam a letras em vez de ícones. Qualquer uma destas adaptações foi igualmente melhor sucedida do que a não utilização de qualquer adaptação.

2.4 Usabilidade e Desenho Centrado no Utilizador

Quando se desenvolve um *software* deve-se ter em consideração as necessidades dos seus potenciais utilizadores. É necessário construir um produto que seja útil para quem o utiliza.

A usabilidade de um produto engloba múltiplos conceitos, o que faz com que não seja uma definição globalmente unânime. Cada autor ou organização adota a sua própria interpretação da palavra.

Jakob Nielsen utiliza cinco atributos para definir usabilidade [Nielsen 1994]:

- **Aprendizagem** – facilidade com que os utilizadores conseguem interagir com o

produto e completar as tarefas mais básicas da primeira vez que se deparam com o mesmo.

- **Eficiência** – nível de produtividade que pode ser alcançada, após aprendizagem do utilizador.
- **Memória** – facilidade que o utilizador tem em memorizar o modo como o produto funciona.
- **Erros** – taxa de erros que o utilizador realiza ao interagir com o produto e de que forma podem ser ultrapassados.
- **Satisfação** – satisfação que o utilizador tem ao utilizar o produto.

O termo usabilidade é tão importante no domínio da interação pessoa-máquina que foram construídas várias normas pela *International Organization for Standardization (ISO)*, que o definem e relacionam com outros conceitos. Estas normas são as mais reconhecidas quando se pretende abordar a usabilidade e seus tópicos relacionados.

A norma ISO 9241-11 [ISO 1998] define usabilidade como: “a medida com que um produto pode ser usado por utilizadores específicos para alcançar objetivos específicos com eficácia, eficiência e satisfação num contexto de uso específico.” Esta definição é largamente reconhecida na literatura e é, inclusivamente, utilizada pelo *Common Industry Format (CIF)* em testes de usabilidade.

A norma ISO 13407 [ISO 1999] foi elaborada a partir da definição de usabilidade expressa no ISO 9241-11 e fornece uma orientação para construção de *softwares* com desenhos centrados no utilizador, particularizando as suas atividades.

Desenho centrado no utilizador, por sua vez, é referido como um conceito amplo que descreve processos de desenho em que os utilizadores têm influência na forma como o produto é desenhado [Abrás et al. 2004]. As vantagens desta metodologia, segundo o mesmo artigo, consistem no facto desta permitir obter um conhecimento profundo dos fatores psicológicos, organizacionais, sociais e ergonómicos que afetam a forma como um utilizador se relaciona com um determinado produto tanto na sua fase de desenho como na fase de avaliação. Por outro lado, permite que as ideias e sugestões dos utilizadores sejam ouvidas, o que faz com que estes sintam maior satisfação quando recebem o resultado final. A literatura indica que no desenvolvimento de tecnologias para apoio na resposta em situações emergências é pertinente a adoção de uma metodologia de desenho centrada no utilizador [Carver e Turoff 2007].

Uma interpretação da norma ISO 13407 [Jokela et al. 2003] separa o desenho centrado no utilizador em quatro aspetos distintos:

- **Racional** – descreve resumidamente os benefícios que os sistemas que implementam o desenho centrado no utilizador oferecem, tais como a melhoria da produtividade e satisfação do utilizador.

- **Princípios** – identifica quatro princípios gerais que caracterizam o desenho centrado no utilizador:
 - Envolvimento ativo dos utilizadores de forma a haver entendimento claro dos seus requisitos e das tarefas que desejam efetuar.
 - Alocação apropriada de funções entre utilizadores e tecnologia.
 - Desenvolvimento de desenho de soluções de forma iterativa.
 - Desenho multidisciplinar.
- **Planeamento** – oferece orientações na forma como se pode encaixar o desenho centrado no utilizador no processo global de desenvolvimento.
- **Atividades** – corresponde ao aspeto em maior foco na ISO 13407. Esta norma nomeia as quatro principais atividades do desenho centrado no utilizador:
 - **Compreender e especificar o contexto de uso** – conhecer o utilizador, o meio envolvente e as tarefas que devem ser realizadas pelo utilizador.
 - **Especificar os requisitos do utilizador e da organização** – determinar critérios de sucesso de usabilidade para cada tarefa. Especificar guias e restrições de desenho.
 - **Produzir soluções de desenho** - incorporar conhecimentos na área da interação pessoa-máquina no desenho de soluções.
 - **Avaliar o desenho segundo os requisitos** – a usabilidade dos desenhos é avaliada de acordo com as tarefas do utilizador.

Outros trabalhos comparam a ISO 9241-11 com uma outra norma, a ISO 9126 [Abran et al. 2003]. Desta comparação conclui-se que as definições utilizadas pelos especialistas, em cada um dos *standards*, não estão ainda harmonizadas, e que, por isso, cada *emphstandard* pode abordar o mesmo assunto de um ponto de vista diferente. Esta heterogeneidade leva à conclusão de que, segundo os autores do artigo, os modelos de medição de usabilidade propostos atualmente não têm ainda a maturidade necessária e que é necessário desenvolver trabalho que culmine num maior consenso.

2.5 Testes de Usabilidade

Os testes de usabilidade podem variar consoante a forma como são conduzidos. É possível identificar cinco características que todos os testes de usabilidade partilham [Dumas et al. 1999]:

- Melhoram a usabilidade do produto.
- Envolvem utilizadores reais nos testes.

- Atribuem tarefas a cumprir por parte dos utilizadores.
- Permitem a quem testa observar e anotar as ações dos participantes.
- Permitem a quem testa fazer mudanças de acordo com os dados obtidos.

Os testes de usabilidade são portanto técnicas para recolher dados empíricos, através da observação de utilizadores representativos, que experimentam o produto e efetuam tarefas reais. Rubin e Chisnel [Rubin e Chisnell 2008] referem que os testes podem ser divididos em duas categorias:

- Testes formais, que correspondem a experiências reais, com o intuito de confirmar ou refutar hipóteses específicas.
- Testes menos formais, mas ainda assim rigorosos, que empregam um ciclo iterativo de testes, com o objetivo de explorar deficiências de usabilidade à medida que o produto é melhorado.

De acordo com alguns autores, o uso de testes de usabilidade pode apresentar algumas limitações [Abrás et al. 2004]. Alguns dos problemas mais referidos são as dificuldades em cobrir todas as funcionalidades do produto, os custos elevados que estes testes podem acarretar ou o número reduzido de participantes utilizados, que nem sempre são suficientes para representar a totalidade da população. De forma a contornar estas limitações, foram desenvolvidas outras técnicas de teste de sistemas interativos. As avaliações heurísticas são realizadas por especialistas, conhecedores do público-alvo, que utilizam heurísticas para inspecionar e avaliar o software. Os questionários pós-teste, por sua vez, destinam-se a obter uma apreciação ou medir a satisfação do utilizador, podendo estes responder a normas pré-estabelecidas, ou corresponder a questões personalizadas.

PONTO DE PARTIDA PARA A ELABORAÇÃO DA DISSERTAÇÃO

*Neste capítulo é analisado o ponto de partida da presente dissertação, tendo por base o trabalho já efetuado anteriormente no âmbito do projeto **THEMIS**. Em primeiro lugar é feita uma descrição do contexto em que a aplicação móvel **THEMIS** está inserida [3.1]. Segue-se uma descrição do protótipo para a aplicação móvel desenvolvido anteriormente ao trabalho desta dissertação [3.2].*

3.1 Especificação do Projeto THEMIS

A intervenção das marinhas em operações de socorro humanitário (**DRO**) tem sido cada vez mais proeminente. As suas capacidades de logística, mobilidade e flexibilidade fazem com que possam ser destacadas para assistência humanitária em áreas costeiras onde tenha ocorrido um desastre [Simões-Marques et al. 2018].

O projeto **THEMIS**, *disTributed Holistic Emergency Management Intelligent System*, fundado pelo Ministério da Defesa Nacional e coordenado pela Marinha Portuguesa, pretende ser, tal como o nome indica, um sistema inteligente e distribuído de gestão holística, que possa servir de apoio à decisão em situações de emergência.

A sua finalidade é o desenvolvimento de uma plataforma que consiga agregar informações provenientes de diferentes fontes envolvidas nas operações de gestão de emergências, sobretudo de sistemas de comando e controlo militares, comumente designados de **C2**¹, que podem ser utilizados por operacionais no terreno ou por decisores presentes em postos de comando, podendo também agregar informações provenientes de sistemas civis ou até de fontes públicas. Pretende-se alcançar uma visão holística dos

¹https://en.wikipedia.org/wiki/Command_and_control

acontecimentos e proporcionar uma compreensão situacional e de apoio à decisão dos diversos agentes envolvidos. Enquanto as equipas de resposta recebem a informação a partir de uma aplicação móvel, desenvolvida na presente dissertação de mestrado, os agentes decisores presentes em postos de comando fazem uso de uma aplicação *desktop*, que processa a informação reportada e, com recurso a módulos de inteligência artificial, faz o aconselhamento das ordens a atribuir às equipas de resposta.

Na figura 3.1 encontra-se uma ilustração conceptual da forma como o sistema **THEMIS** se deve relacionar com os diversos intervenientes.

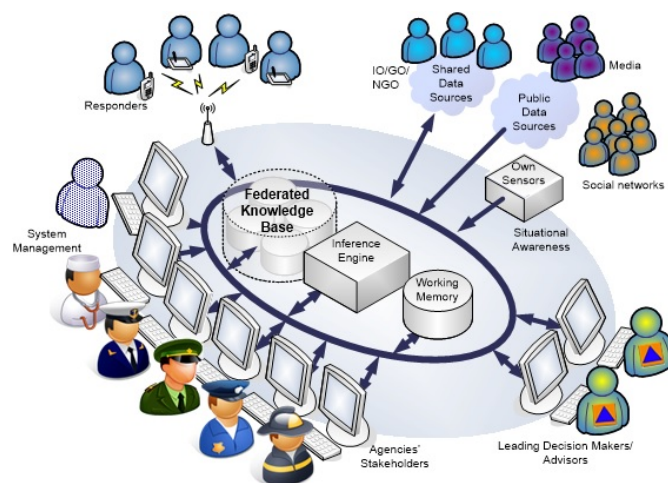


Figura 3.1: Representação conceptual do sistema **THEMIS** [Simões-Marques et al. 2017]

A **THEMIS-AR**, ou simplesmente aplicação móvel **THEMIS**, é, portanto, parte integrante do projeto **THEMIS** e foi concebida para ser utilizada em dispositivos móveis [Simões-Marques et al. 2018] com o intuito de prestar assistência aos elementos de resposta, destacados para atuar no local de ocorrência de desastres, que podem ser naturais, ou causados pela intervenção humana. A utilização de tecnologias emergentes, com especial destaque para a realidade aumentada, é um dos requisitos deste *software*.

Raquel Lucas, na sua dissertação de mestrado intitulada "Realidade Aumentada para Emergências" [Lucas 2017], concluída em 2017, concebeu um protótipo funcional preliminar que vai ao encontro das especificações de **THEMIS-AR** [Nunes et al. 2017]. Este protótipo constitui o ponto de partida para o trabalho realizado na presente dissertação, e como tal, é mencionado por diversas vezes ao longo do documento, sendo que os seus detalhes de implementação são descritos com maior pormenor na secção 3.2.

O desenvolvimento da aplicação móvel **THEMIS** tem por base um processo de implementação iterativo, que visa o progressivo aumento da conformidade com os requisitos pretendidos, sendo que os mesmos vão evoluindo também, à medida que a aplicação e o próprio projeto **THEMIS** se desenvolvem.

O papel da presente dissertação é continuar o trabalho até aqui desenvolvido no âmbito da aplicação móvel **THEMIS**, culminando num novo protótipo funcional, melhor preparado para integrar o projeto **THEMIS** do que o anterior.

3.2 Descrição do Protótipo Funcional Previamente Existente

De todas as contribuições que a dissertação realizada por Raquel Lucas [Lucas 2017] trouxe, é possível destacar o protótipo funcional desenvolvido. Esta primeira versão da aplicação móvel **THEMIS** fez uso de uma base de dados provisória, a fim de permitir testar as suas funcionalidades. De um modo geral, as principais interações que o utilizador pode desempenhar na aplicação, nem sempre inteiramente funcionais, são as seguintes:

- Associar-se a uma equipa de intervenção, embora não haja uma noção de *login*.
- Obter uma listagem de todos os pontos de interesse e incidentes do sistema, bem como de todas as ordens associadas à equipa com que o utilizador iniciou sessão. As ordens apenas podem ser aceites ou rejeitadas, sendo que a sua criação e atribuição à respetiva equipa é efetuada diretamente na base de dados.
- Obter uma vista de mapa relativa ao local onde se encontra, podendo observar a sua localização atual, que vai sendo atualizada periodicamente. Para além disso, na vista de mapa são representadas, através de ícones, as outras equipas de operação existentes, no local onde aconteceu a última comunicação da sua posição atual, assim como, todos os pontos de interesse e incidentes reportados até então. Estas informações apenas são atualizadas quando o utilizador volta a recarregar a página correspondente à vista de mapa. A vista de mapa permite ao utilizador explorar a envolvente na direção que pretender (Fig: 3.2).
- Visualizar, através de um ambiente de realidade aumentada, todos os pontos de interesse, incidentes ou equipas de operação, desde que o posicionamento da câmara do dispositivo móvel esteja na direção em que os objetos se encontram. A representação de cada uma das ocorrências é feita também através do recurso a ícones. Para além disso, o utilizador pode visualizar todas as ocorrências existentes em qualquer direção, através de um radar, desde que posicionados dentro do seu alcance máximo. As dimensões, alcance e posição do radar podem ser personalizados pelo utilizador (Fig: 3.3).
- Editar detalhes de um incidente ou ponto de interesse.
- Aceitar ou recusar uma nova ordem associada à sua equipa, através de uma notificação que aparece no ecrã.
- Filtrar os pontos de interesse, incidentes ou equipas de operação que aparecem na vista de mapa e de realidade aumentada, de acordo com categorias predefinidas.
- Visualizar na vista de mapa o trajeto realizado por cada uma das equipas de operação.
- Inserir novos pontos de interesse ou incidentes, a partir de opções existentes para esse efeito no menu lateral.

3.2.1 Detalhes da Implementação

A troca de dados foi implementada segundo um modelo cliente-servidor, em que os clientes acedem às informações presentes no servidor, através do *Hypertext Transfer Protocol* (HTTP). Neste sistema, o servidor tem a função de aceder às informações da base de dados e responder aos pedidos dos clientes, fornecendo-lhes os recursos e serviços solicitados.

A aplicação foi desenvolvida recorrendo-se ao Android Studio ² IDE, que corresponde ao ambiente de desenvolvimento integrado oficial para o desenvolvimento de aplicações Android. As linguagens utilizadas no lado do cliente, para além de Java e do *Extensible Markup Language* (XML), inerentes ao desenvolvimento de aplicações Android em Android Studio, foram JavaScript e *HyperText Markup Language* (HTML), importantes na integração da realidade aumentada na aplicação.

O Wikitude *Software development kit* (SDK) ³ foi o *software* utilizado para criar funcionalidades possuidoras de realidade aumentada na aplicação.

O Spring IDE STS ⁴ foi o ambiente escolhido para fazer as implementações do lado do servidor, enquanto a base de dados construída recorreu ao SQLite ⁵, um sistema de gestão de bases de dados em *Structured Query Language* (SQL).

3.2.1.1 Vista do Mapa e de Realidade Aumentada

Quer ao abrir a vista do mapa (3.2), quer ao abrir a vista de realidade aumentada (3.3), é feito um pedido ao servidor para que devolva todos os pontos de interesse, incidentes e equipas existentes na base de dados.

A vista de mapa utiliza a *Application Programming Interface* (API) da Google ⁶ que permite a criação de mapas personalizados, sendo desenhados no mapa todas as ocorrências provenientes da base de dados.

No caso da vista de realidade aumentada, após a obtenção de todos os pontos (ocorrências), os mesmos são comunicados, no formato *JavaScript Object Notation* (JSON), ao módulo JavaScript presente na aplicação. O módulo JavaScript, por sua vez, recorrendo à API da Wikitude, cria o ambiente de realidade aumentada. Os dados relativos a cada ocorrência, entre os quais deverão constar as suas coordenadas geográficas, permitem a sua integração com o ambiente real capturado pela câmara do dispositivo. Este processo é possível através da utilização de serviços baseados na localização, fornecidos pela Wikitude.

²<https://developer.android.com/studio/>

³<https://www.wikitude.com/products/wikitude-sdk/>

⁴<https://spring.io/tools/sts>

⁵<https://sqlite.org>

⁶<https://developers.google.com/maps/documentation/android-api/>

ESPECIFICAÇÃO DO PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO

O quarto capítulo faz um enquadramento das metodologias utilizadas para obtenção das decisões de implementação (4.1).

4.1 Processo de Desenvolvimento

O processo de desenvolvimento do novo protótipo funcional para a aplicação móvel **THE-MIS**, iniciou-se após um período introdutório em que se analisou os resultados do protótipo anteriormente desenvolvido [Lucas 2017] e se definiu os requisitos gerais do trabalho a ser realizado. Paralelamente, foi efetuada uma pesquisa do trabalho relacionado, sobretudo no campo da realidade aumentada para dispositivos móveis e da simbologia utilizada em contextos de emergência.

Seguiu-se um processo de aprendizagem que teve por objetivo assegurar um maior domínio das tecnologias a ser utilizadas, sobretudo ao nível da programação em Android.

O processo de desenvolvimento foi assente em princípios de desenho centrado no utilizador, na medida em que a Marinha Portuguesa teve um papel ativo na definição dos requisitos para o novo protótipo. Periodicamente foram realizadas reuniões com responsáveis da Marinha Portuguesa em que houve descrições narrativas das interações pretendidas e troca de ideias com o intuito de se apurar iterativamente as opções de desenho e as funcionalidades mais adequadas. Complementarmente, houve lugar para três avaliações com utilizadores, a primeira com um cariz introdutório e relativo ao trabalho desenvolvido anteriormente à presente dissertação, o segundo no decorrer do processo de desenvolvimento e um último para obter conclusões finais.

O processo de desenvolvimento é ilustrado pela figura 4.1.

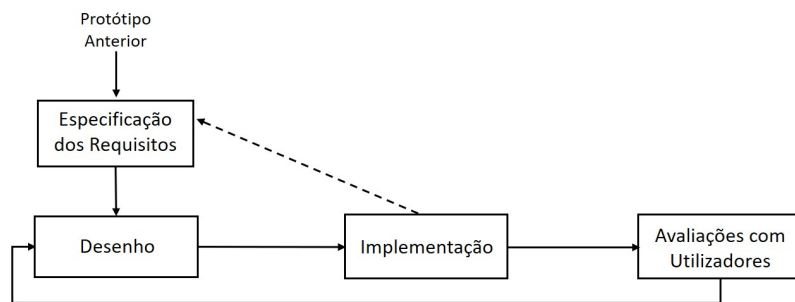


Figura 4.1: Processo de desenvolvimento do novo protótipo

4.1.1 Testes de Usabilidade do Protótipo Preliminar

Na dissertação de mestrado realizada por Raquel Lucas, em "Realidade Aumentada para Emergências " [Lucas 2017], são descritos os resultados dos testes de usabilidade que foram conduzidos no final do seu trabalho, de forma a avaliar o protótipo funcional que implementou, sendo que, nas conclusões da sua dissertação, Raquel Lucas sugere ainda melhorias para o trabalho futuro. Uma síntese das suas observações é apresentada em seguida.

Dificuldades sentidas pelos utilizadores na execução dos testes de usabilidade:

- Nenhum utilizador conseguiu efetuar a inserção de pontos de interesse na aplicação à primeira tentativa. A forma como a interface foi implementada induzia o utilizador em erros.
- 40% dos utilizadores tiveram dificuldades em sinalizar a conclusão de uma ordem na aplicação. A interface não se mostrou otimizada para esta tarefa.
- Quando a tarefa era visualizar o percurso efetuado por uma equipa na aplicação, 20% dos utilizadores tiveram dificuldades em compreender de que maneira deveria atuar para desempenhar a tarefa.
- 50% dos utilizadores teve dificuldade em manusear o radar presente na vista de realidade aumentada. Alguns deles não conseguiram alterar a dimensão do radar à primeira tentativa, outros não souberam exemplificar de que forma poderiam alterar o seu alcance.

Principais sugestões para o trabalho futuro:

- Desenvolver métodos que aumentem a segurança da aplicação, uma vez que até à data não existia qualquer sistema de autenticação que encripte os pedidos que são feitos ao servidor.
- Integrar a aplicação com a base de dados definitiva, em desenvolvimento por entidades externas.

- Acrescentar novas funcionalidades à aplicação, como é o caso da possibilidade da aplicação conseguir lidar com mais do que uma operação em simultâneo, ou permitir a associação entre uma ordem e um ponto de interesse ou incidente.
- Proceder a ajustes na interface, de forma a melhorar os resultados dos testes de usabilidade.

4.1.2 Outros Aspectos Relevantes para o Processo de Desenvolvimento

Tal como foi referido anteriormente (4.1), a Marinha Portuguesa, entidade que coordena o projeto [THEMIS](#), teve uma grande intervenção na modelação dos objetivos pretendidos para o novo protótipo funcional da aplicação móvel [THEMIS](#). Reuniões periódicas com os seus representantes, nomeadamente com o Contra-almirante Mário Simões Marques, o qual realizou anteriormente trabalhos de investigação sobre a matéria [Simões-Marques et al. 2017; Simões-Marques et al. 2018], permitiram estabelecer iterativamente os requisitos do novo protótipo.

Para além disso, durante o processo de desenvolvimento, foi considerada uma outra dissertação de mestrado com incidência no projeto [THEMIS](#), a decorrer em simultâneo com a presente dissertação. O referido trabalho, focou-se na definição, com base em fundamentos de ergonomia, de interfaces adequadas para os diversos *softwares* envolvidos no projeto [THEMIS](#) [Figueiredo [Dissertação a publicar](#)]. Uma vez que o estudo realizado não se encontrava concluído durante o desenvolvimento da presente dissertação, resultados intermédios foram tidos em consideração no desenho do novo protótipo funcional.

Por outro lado, os testes de usabilidade conduzidos durante o processo de desenvolvimento também foram importantes para compreender as principais necessidades e limitações da aplicação móvel em construção. Os resultados dos testes de usabilidade podem ser consultados no sexto capítulo (6).

Devido ao desfasamento entre o início da presente dissertação e a conclusão do trabalho desenvolvido pela entidade competente na criação da [API](#) que permite a comunicação com uma nova base de dados, assente no modelo [JC3IEDM](#), houve alguma dificuldade em introduzir em tempo útil este modelo na aplicação móvel [THEMIS](#). Ainda assim, na reta final do trabalho de desenvolvimento, estabeleceu-se um contacto aproximado com a referida entidade, a Critical Software¹, que possibilitou a iniciação da migração dos dados para a nova base de dados, assim como, proceder a alguns ajustes na interface da aplicação móvel para que esta se pudesse compatibilizar com a nova estrutura de dados.

¹<https://www.criticalsoftware.com/>

IMPLEMENTAÇÃO DA SOLUÇÃO

Neste capítulo é feita uma descrição pormenorizada das opções de implementação adotadas. O capítulo tem início com a descrição do novo protótipo desenvolvido (5.1), seguindo-se uma secção que contempla os detalhes de implementação do mesmo (5.2), entre os quais o modelo de dados idealizado no decorrer do processo de desenvolvimento (5.2.1) e o seu mapeamento para o modelo de dados JC3IEDM (5.2.6). As tecnologias utilizadas (5.2.2) e as opções de implementação mais pertinentes, de entre as quais as que dizem respeito à realidade aumentada (5.2.4), são também descritas neste capítulo.

5.1 Descrição do Protótipo

O protótipo desenvolvido traduz-se numa ferramenta de apoio para equipas de resposta em emergências, particularmente para equipas concebidas pela Marinha Portuguesa, que lhes permite reportar e aceder aos pontos de interesse (POI), tais como postos de comando ou postos médicos avançados, e incidentes, que se podem dividir em quatro categorias: pessoa, infraestrutura, segurança e perigo. A aplicação também disponibiliza, em tempo real, as informações acerca de cada uma das equipas a operar no terreno, entre as quais se inclui o histórico das localizações de cada equipa no decorrer da operação. Para que tal aconteça, quando o utilizador inicia sessão na aplicação móvel como membro de uma determinada equipa de operação, inicia-se um processo automático de atualização periódica da localização atual do utilizador, sendo que estes dados são enviados para o servidor centralizado.

Toda a informação reportada é centralizada e disponibilizada para todas as equipas de resposta presentes numa determinada operação. A informação partilhada entre as diferentes equipas permite-lhes obter uma melhor perceção do ambiente em que se inserem,

otimizando as suas tarefas.

Os **POI** e os incidentes estão associados a coordenadas geográficas específicas e são habitualmente inseridos na aplicação por equipas de operação cuja função é o reconhecimento do terreno (**RECON**), embora não hajam restrições de funcionalidades da aplicação de acordo com o tipo de equipa que se encontra a manuseá-la. A informação relativa aos **POI** e incidentes reportados é utilizada por outras equipas, tais como equipas de salvamento e resgate (**SAR**) ou brigadas de intervenção rápida (**BIR**), para desempenhar as suas tarefas.

As ocorrências presentes numa operação (**POI**, incidentes e equipas de operação) podem ser consultadas através de páginas de pesquisa (Fig: 5.1a) ou através de opções de visualização georreferenciadas. Uma dessas opções corresponde a uma vista bidimensional que faz uso de um mapa (Fig: 5.1b). A outra, que serve de complemento à vista de mapa, consiste numa opção de visualização que faz uso de técnicas de realidade aumentada para representar as diversas informações existentes numa perspetiva diferente (Fig: 5.1c).

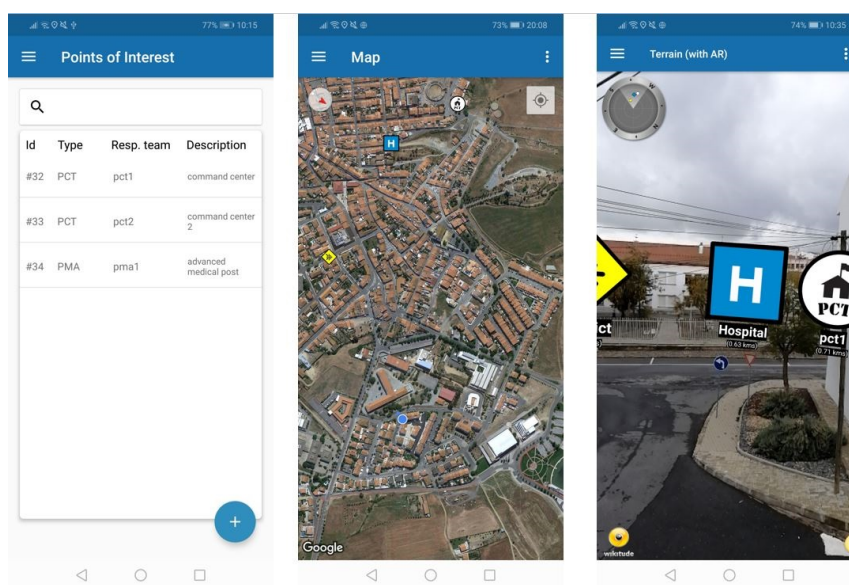


Figura 5.1: Página de pesquisa (a); Vista de mapa (b); Vista de RA (c)

Cada objeto representado na vista de **RA** pode corresponder, quer a uma ocorrência, quer a um conjunto de ocorrências. Na vista de realidade aumentada, o utilizador tem ao seu dispor diversas opções que lhe permitem configurar a forma como os dados são visualizados, pretendendo-se, sobretudo, que os dados mais importantes para o utilizador possam ser rápida e eficazmente identificados. Para além disso, os utilizadores podem interagir com os objetos exibidos na vista de **RA**. Quando se trata de um objeto que representa várias ocorrências, o utilizador pode expandir esse objeto para que seja exibida cada uma das ocorrências que lhe estão associadas. Por outro lado, caso se esteja perante um objeto que representa uma única ocorrência, o utilizador pode selecioná-lo e, desse modo, aceder à página com a sua informação detalhada. O mesmo acontece quando o

utilizador pressiona um objeto na vista de mapa ou um dos resultados das páginas de pesquisa existentes.

A página de detalhes de uma ocorrência disponibiliza não só a informação detalhada relativa à ocorrência, mas também opções para que a ocorrência seja identificada através da vista de mapa ou da vista de realidade aumentada. Para além disso, no caso da ocorrência se traduzir num ponto de interesse ou incidente, é também possível atualizar os seus dados, ou mesmo eliminar a ocorrência permanentemente.

Por outro lado, o protótipo desenvolvido permite às equipas de operação consultar as ordens que lhe estão atribuídas, podendo alterar o seu estado de execução. As ordens podem ter um ou vários objetivos, que correspondem a incidentes ou POI. A vista de realidade aumentada disponibiliza opções que permitem facilitar a identificação espacial dos objetivos da ordem que estiver a decorrer.

Os campos presentes nas páginas de inserção e edição de dados, assim como a informação providenciada nas páginas de detalhes, advêm dos diversos fatores referidos no capítulo correspondente à descrição do processo de desenvolvimento (4.1).

O protótipo disponibiliza ainda uma página com definições genéricas, das quais fazem parte configurações relativas à precisão mínima a considerar na atualização da nova posição atual, ou a frequência com que são feitas comunicações com o servidor remoto.

A figura 5.2 apresenta dois exemplos de páginas de detalhes, enquanto na figura 5.3 está representado o *layout* da página para inserção de um novo ponto de interesse.



Figura 5.2: Página de detalhes de um POI (a); Página de detalhes de uma equipa de operação (b)

The screenshot shows a mobile application interface for creating a new point of interest. At the top, there is a blue header bar with a back arrow and the text "Criar Novo Poi". Below the header, the title "Ponto de interesse" is displayed with a red location pin icon. The form contains several input fields: "Localização *" with a coordinate value "(38.661418, -9.147863)" and a location pin icon; "Tipo *" with the value "PMA"; "Estado" with the value "Montagem"; "Lugares ocup." with an "Inserir" button; and "Lugares disp." with an "Inserir" button. There is a "Descrição" field with the text "enfermaria". Below the description is a section titled "Adicionar Fotografia" with a camera icon, a photo of a building, and navigation arrows. A green "CONFIRMAR" button is located at the bottom right of the form.

Figura 5.3: Página com exemplo de inserção de um novo ponto de interesse

5.2 Implementação

O processo de implementação caracterizou-se por ter sido realizado de forma iterativa, podendo-se destacar duas iterações principais, separadas pelos testes de usabilidade intermédios realizados em março.

Durante a primeira iteração da nova solução, mais longa do que a segunda, foram desenhados e implementados a maioria dos *layouts*, assim como grande parte das novas funcionalidades e otimizações ao protótipo anterior. De notar que se manteve a comunicação com a base de dados previamente existente, com trocas de informações assentes num modelo simples cliente-servidor. Do lado da aplicação são feitos pedidos [HTTP](#) ao servidor, que comunica com uma base de dados provisória através da biblioteca SQLite. À medida que os requisitos foram sendo definidos e reajustados, projetou-se um novo modelo de dados relacional, que propõe uma nova organização dos dados em concordância com as interações contempladas pela interface do novo protótipo funcional. Os detalhes do modelo de dados edificado são apresentados na próxima secção (5.2.1).

Na segunda iteração, correspondente à fase final da implementação, foram efetuados alguns ajustes ao protótipo existente, os quais resultaram, na sua grande maioria, das observações e dificuldades sentidas pelos utilizadores nas avaliações intermédias de março. Nesta iteração foi dado ênfase à melhoria das funcionalidades existentes na vista de realidade aumentada e à configuração de opções que permitem otimizar a precisão do cálculo da localização atual por parte da aplicação. Para além disso, houve outras pequenas alterações ao nível da interface. Os testes de usabilidade que estiveram na base dos referidos ajustes são descritos no capítulo referente às avaliações (6). Em adição aos ajustes mencionados, a segunda iteração decorreu num período em que se reuniram as condições para iniciar a migração da aplicação para uma nova base de dados, que tem como objetivo, não só responder às necessidades da nova interface edificada, como também, fornecer, de uma

forma segura, a possibilidade de partilha de dados entre sistemas distintos. Contudo, a possibilidade de integrar a nova base de dados apenas numa fase adiantada do trabalho inviabilizou a sua conclusão e utilização nos testes de usabilidade finais, pelo que, para os realizar, se manteve a comunicação com a base de dados inicialmente existente, suficiente para os fins académicos pretendidos. A especificação do trabalho realizado em prol do maapeamento da aplicação móvel para o modelo JC3IEDM é explorada mais detalhadamente na secção 5.2.6.

5.2.1 Modelo de Dados

Tal como foi referido anteriormente, à medida que os requisitos, aos quais a aplicação móvel THEMIS deveria corresponder, foram sendo definidos, através do processo de desenvolvimento explorado no capítulo 4, foi sendo possível edificar um modelo de dados em concordância. A definição das entidades envolvidas e a posterior compreensão das interações a ser estabelecidas entre as mesmas é descrita através de um diagrama relacional presente na figura 5.4, sendo as respetivas entidades retratadas abaixo:

- **Operation** - a operação deverá conter atributos que a descrevam satisfatoriamente, assim como, campos que permitam identificar as diversas ocorrências, ações e comunicações que estão associadas a essa operação.
 - **ID** - identificador interno da operação, que corresponde à entidade mais abrangente do modelo de dados e traduz-se numa operação de resposta a um desastre ou acontecimento.
 - **Name** - nome da operação, que deverá permitir identificá-la.
 - **Introduction** - descrição textual introdutória da operação.
 - **Responsible** - elemento responsável pela criação da operação.
 - **Start/End** - data e hora de início e término da operação.
 - **Bandwith** - qualidade da largura de banda associada à operação.
 - **IDInterventionArea** - identificador da área de intervenção associada à operação.
 - **TeamOperations** - equipas atribuídas à operação.
 - **Incidents/POI** - incidentes ou pontos de interesse criados no âmbito da operação.
 - **Orders** - ordens criadas pelos elementos decisores alocados no posto de comando, que devem ser atribuídas a uma determinada equipa de operação e podem ter como objetivo um ponto de interesse ou incidente.
 - **CallSigns** - indicativos associados à operação, que permitem informar as equipas de operação acerca dos canais de comunicação existentes no âmbito da operação.

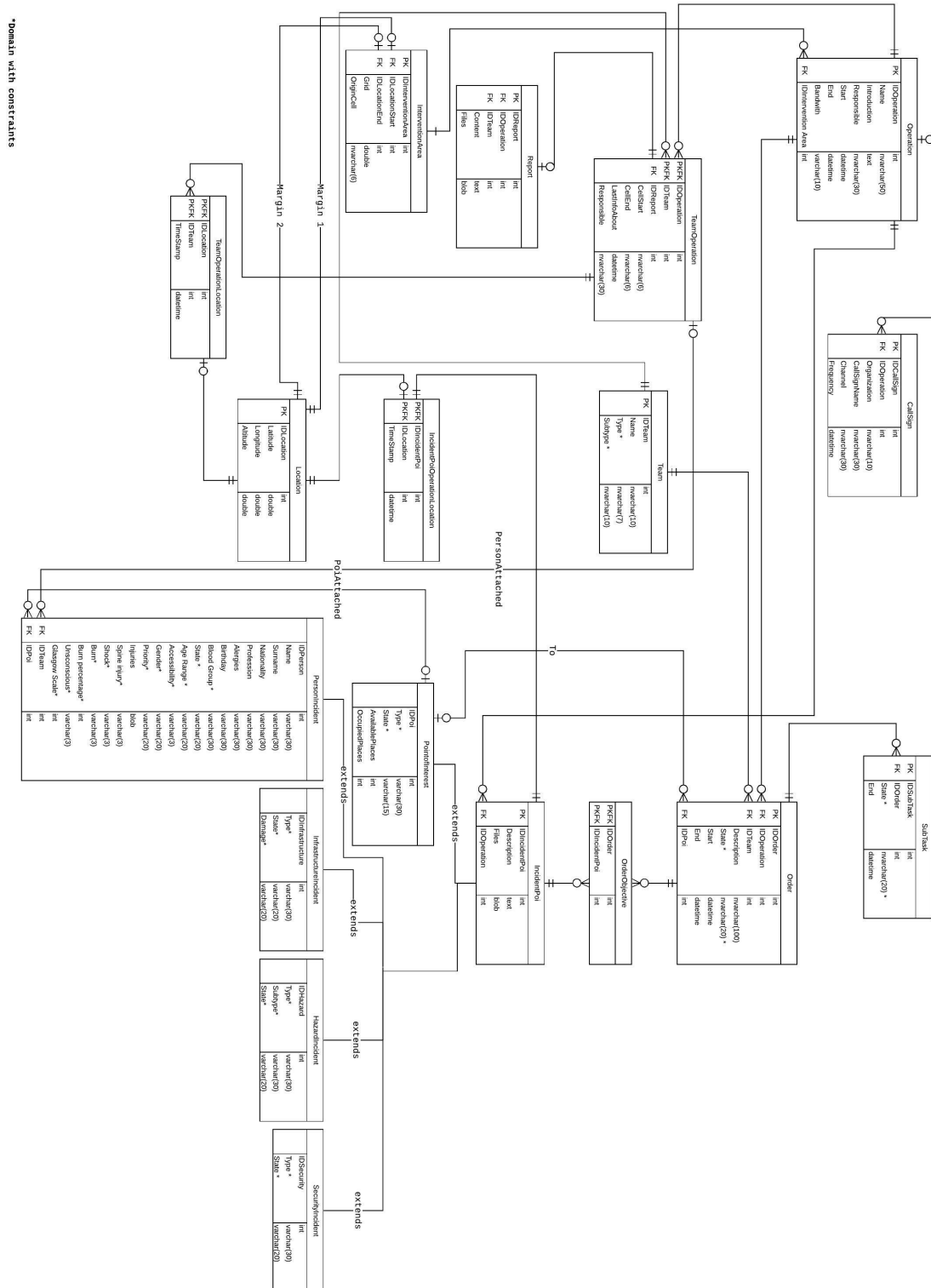


Figura 5.4: Modelo de dados representativo da aplicação móvel THEMIS

- **InterventionArea** - a área de intervenção corresponde a uma área retangular definida a partir de dois pontos, que correspondem às extremidades. Esta área pode ainda subdividir-se em células, que têm uma identificação própria.
 - **IDInterventionArea** - identificador interno da área de intervenção.
 - **IDLocationStart/IDLocationEnd** - localização dos pontos que correspondem às extremidades da área de intervenção. Consistem no canto superior esquerdo e no canto inferior direito.
 - **Grid** - espaçamento entre células. Permite dividir a área de intervenção em células que terão um comprimento e largura igual a este parâmetro.
 - **OriginCell** - define a designação da célula de origem. A partir deste valor é possível determinar as designações a atribuir a cada uma das restantes células. Um exemplo de um valor para a célula de origem será: "A1", onde "A" se refere à primeira linha da área de intervenção e "1" à primeira coluna.
- **Team** - as equipas contêm informações que lhes permite serem distinguidas entre si e identificar as suas funções.
 - **IDTeam** – identificador interno da equipa de operação.
 - **Name** – nome da equipa de operação.
 - **Type** – tipo de equipa de operação à qual a equipa pertence. Inicialmente foram definidos seis tipos de equipas móveis, que consistem nos tipos de equipas que farão uso da aplicação móvel **THEMIS: RECON, SAR, MED, BIR, TEC** e **LOG**. O tipo ao qual a equipa pertence permite identificar as suas características. Para além disso, é este atributo que define a simbologia utilizada para representar a equipa na aplicação. Para além dos seis tipos enunciados, outros tipos de equipas foram sugeridos para serem inseridos posteriormente, estando a aplicação já preparada para os armazenar.
 - **SubType** – subtipo da equipa, nos casos em que o tipo de equipa se possa subdividir noutros mais específicos.
 - **TeamOperations** – operações às quais a equipa de operação está associada.
- **TeamOperation** - quando as equipas se associam a uma operação, algumas informações suplementares necessitam de ser armazenadas.
 - **IDOperation** - identificador interno da operação.
 - **IDTeam** - identificador interno da equipa de operação.
 - **IDReport** - identificador interno do relatório associado à equipa de operação na operação.

- **CellStart/CellEnd** - células correspondentes às extremidades da subárea de atuação de uma equipa dentro de uma operação. Estas células deverão estar contidas na área total de intervenção associada à operação. Caso estes valores não sejam preenchidos, a área de atuação da equipa corresponde à área total de intervenção dentro da operação.
- **LastInfoAbout** - data e hora na qual foi recebido o último relato proveniente de uma equipa a atuar numa operação.
- **Responsible** – nome do elemento responsável pela equipa de operação na operação.
- **TeamOperationLocations** - sempre que uma equipa numa operação recebe uma atualização da sua localização atual na aplicação, deve enviar a informação contida nessa atualização para o servidor. Este deverá guardar cada informação recebida que poderá ser útil para um posterior cálculo do trajeto efetuado pela equipa na operação.
- **PersonIncidents** – pessoas que se encontram agregadas à equipa de operação numa determinada operação. Esta associação surge de forma a ser possível especificar pessoas que possam estar a ser transportadas ou acompanhadas pela equipa de operação.
- **Report** - os relatórios escritos que uma equipa de operação realiza no âmbito de uma operação necessitam de ser armazenados.
 - **IDReport** – identificador interno do relatório.
 - **IDOperation** – identificador interno da operação ao qual o relatório pertence.
 - **IDTeam** – identificador interno da equipa que escreveu o relatório
 - **Content** – conteúdo do relatório.
 - **Files** – ficheiros anexados ao relatório.
- **CallSign** - os indicativos correspondem às comunicações que podem ser estabelecidas no decorrer de uma operação.
 - **IDCallSign** –identificador interno do indicativo.
 - **IDOperation** – operação à qual este indicativo está associado.
 - **Organization** – nome da organização com a qual se pode comunicar através do indicativo.
 - **CallSignName** - nome do indicativo.
 - **Channel** – canal de comunicação.
 - **Frequency** - frequência na qual o canal de comunicação opera.

- **Location** - as localizações correspondem a pontos geográficos que identificam a localização de cada uma das ocorrências ou das delimitações geográficas de uma área de intervenção.
 - **IDLocation** – identificador interno da localização.
 - **Latitude** – latitude da localização.
 - **Longitude** - longitude da localização.
 - **Altitude** – altitude da localização. Usualmente este parâmetro é desconhecido, uma vez que a aplicação envia apenas informações acerca da latitude e longitude.
- **TeamOperationLocation** - uma localização pode estar associada a uma equipa no âmbito de uma operação, pelo que é necessário haver uma forma de realizar essa associação.
 - **IDLocation** – identificador interno da localização. Esta entidade é descrita de forma a que cada localização possa estar associada a uma equipa a atuar numa operação.
 - **IDTeam** – identificador interno da equipa à qual a localização está associada.
 - **Timestamp** – data e hora em que a localização associada a uma equipa de operação numa operação foi criada.
- **IncidentPoiOperationLocation** uma localização pode estar associada a um ponto de interesse ou incidente, pelo que é necessário haver uma forma de realizar essa associação.
 - **IDLocation** – identificador interno da localização. Esta entidade é descrita de forma a que cada localização possa estar associada a um incidente ou **POI** existente na operação.
 - **IDIncidentPoi** – identificador interno do incidente ou **POI** à qual a localização está associada.
 - **Timestamp** – data e hora em que a localização, associada a um incidente ou ponto de interesse existente, foi criada.
- **Order** no âmbito de uma operação podem ser atribuídas ordens às diversas equipas de operação destacadas.
 - **IDOrder** - identificador interno da ordem.
 - **IDOperation** – operação à qual a ordem está associada.
 - **IDTeam** – equipa de operação à qual a ordem foi atribuída.
 - **Description** – descrição textual da ordem.

- **State** – estado de execução da ordem. Poderá ser um dos seguintes: pendente, em execução, terminada, rejeitada.
- **Start** – data e hora de início da ordem.
- **End** – data e hora de término da ordem.
- **IDPoi** – identificador utilizado quando a ordem tem um local de destino, que será um ponto de interesse.
- **OrderObjectives** – identificadores utilizados para definir os objetivos da ordem, que podem corresponder a incidentes ou pontos de interesse.
- **SubOrders** – subtarefas a executar que podem ser associadas a cada ordem.
- **SubTask** uma ordem nem sempre é uma tarefa atômica, pelo que pode conter subtarefas.
 - **IDSubTask** – identificador interno da subtarefa pertencente a uma ordem.
 - **IDOrder** – ordem à qual a subtarefa está associada.
 - **Start/End** – data e hora de início e término da subtarefa.
 - **State** - estado de execução da subtarefa. Poderá ser um de dois estados: por executar, executada.
- **OrderObjective** as ordens podem ter um ou até diversos objetivos específicos. Assim sendo é importante que haja uma forma de relacionar cada ordem com os seus objetivos, que podem ser pontos de interesse ou incidentes.
 - **IDIncidentPoi** – identificador do incidente ou **POI** que corresponde ao objetivo de uma ordem. Esta entidade é descrita de forma a estabelecer uma relação entre uma ordem e um incidente ou **POI**.
 - **IDOrder** – ordem que contém o objetivo.
- **IncidentPoi** os pontos de interesse e os incidentes partilham alguns campos que se podem traduzir numa tabela genérica.
 - **IDIncidentPoi** – identificador interno da entidade genérica incidente ou **POI**.
 - **Description** – descrição textual do ponto de interesse ou incidente. No caso do incidente da categoria pessoa, este campo pode servir para colocar observações suplementares não contempladas nos restantes campos.
 - **Files** – ficheiros anexados a um incidente ou **POI**.
 - **IDOperation** – identificador da operação ao qual pertence o incidente ou **POI**.
 - **IncidentPoiOperationLocation** – sempre que um incidente ou **POI** existentes numa operação são atualizados com uma localização na aplicação, devem ser atualizados também ao nível da base de dados.

- **PointOfInterest** as informações associadas aos pontos de interesse necessitam de ser armazenadas.
 - **IDPoi** – identificador do ponto de interesse, que pode ser utilizado na aplicação para designá-lo. O ponto de interesse corresponde a uma extensão da entidade genérica *IncidentPoi*.
 - **Type** - tipo de ponto de interesse, havendo um número de opções predefinido para este campo. O valor deste atributo é utilizado pela aplicação móvel para definir a simbologia associada ao ponto de interesse.
 - **State** – estado do **POI**. Poderá corresponder a: reportado, montagem, utilização, desconhecido.
 - **AvailablePlaces** – número de lugares vagos para ocupação, no caso do ponto de interesse ter uma lotação máxima. Por exemplo, caso o ponto de interesse se trate de um hospital, haverá um número máximo de camas disponíveis. Este valor deverá corresponder a um número inteiro maior ou igual a 0.
 - **OccupiedPlaces** – número de lugares ocupados. Este valor corresponde a um número inteiro maior ou igual a 0 e é importante o seu preenchimento no caso de o referido ponto de interesse ter uma lotação máxima.
 - **Orders** - ordens que têm como destino o ponto de interesse.
- **PersonIncident** uma pessoa corresponde a uma extensão da entidade genérica incidente e contém campos específicos.
 - **IDPerson** - identificador da pessoa, que pode ser utilizado na aplicação para designá-la. A pessoa corresponde a uma extensão da entidade genérica *IncidentPoi*.
 - **Name** – Nome da pessoa.
 - **Surname** – Apelido da pessoa.
 - **Nationality** - nacionalidade da pessoa.
 - **Profession** – profissão da pessoa.
 - **Alergies** – alergias das quais a pessoa é portadora.
 - **Birthday** – data de nascimento da pessoa.
 - **Blood Group** – grupo sanguíneo ao qual a pessoa pertence.
 - **State** – estado em que a pessoa se encontra. Poderá ser: saudável, ferido, morto, ou desconhecido. No caso do estado da pessoa não corresponder a "ferido", o valor deste campo é utilizado pela aplicação para definir a simbologia que representa a pessoa.
 - **Age Range** – categoria na qual a pessoa se insere. Poderá ser: bebé, criança, adulto, idoso, desconhecido.

- **Accessibility** – facilidade de acesso até à pessoa. Poderá ser: acessível, inacessível, desconhecido.
 - **Gender** – género da pessoa. Pode ser: masculino, feminino, desconhecido.
 - **Priority** – prioridade que a pessoa tem em ser socorrida. Aplica-se apenas quando o estado da pessoa corresponde a “ferido”. Poderá ser: azul, verde, amarelo, laranja, vermelho. Este atributo é utilizado para definir a simbologia a utilizar na representação das pessoas que se encontrem feridas.
 - **Injuries** – ferimentos que a pessoa tem. Inclui o tipo de ferimento e o local em que este se encontra.
 - **Spine Injury** – ferimentos na coluna. Poderá ser: sim, não.
 - **Shock** – submetida a choque elétrico. Poderá ser: sim, não
 - **Burn** – apresenta queimaduras: Poderá ser: sim, não
 - **Burn Percentage** - no caso de apresentar queimaduras, qual a sua percentagem. Deverá estar entre 0 e 100.
 - **Unconscious** - pessoa encontra-se inconsciente. Poderá ser: sim, não.
 - **GlasgowScale** - No caso de se encontrar inconsciente, qual a sua gravidade. Poderá ser de 1 a 15, de acordo com a escala de Glasgow¹.
 - **IDTeam** – preenchido com o identificador da equipa à qual a pessoa está associada, caso esteja a ser transportada ou acompanhada por alguma.
 - **IDPoi** – preenchido com o identificador do **POI** onde a pessoa se encontra, caso se encontre em algum dos **POI** existentes.
- **InfrastructureIncident** uma infraestrutura corresponde a uma extensão da entidade genérica incidente e contém campos específicos.
 - **IDInfrastructure** - identificador da infraestrutura, que pode ser utilizado na aplicação para designá-lo. A infraestrutura corresponde a uma extensão da entidade genérica *IncidentPoi*.
 - **Type** – tipo de infraestrutura (definir quais são as opções)
 - **Subtipo** – subtipo de acordo com o tipo definido (definir quais são as opções)
 - **State** - estado em que a infraestrutura se encontra. Poderá ser: reportado, em vistoria, vistoriado.
 - **Damage** – danos que a infraestrutura apresenta. Poderá ser: utilizável, afetado, destruído.
 - **HazardIncident** os perigos correspondem a uma extensão da entidade genérica incidente e contém campos específicos.

¹https://pt.wikipedia.org/wiki/Escala_de_coma_de_Glasgow

- **IDHazard** - identificador do perigo, que pode ser utilizado na aplicação para designá-lo. O perigo corresponde a uma extensão da entidade genérica *IncidentPoi*.
 - **Type** – tipo de perigo, havendo um número de opções predefinido para este campo. O valor deste atributo é utilizado pela aplicação móvel para definir a simbologia associada ao perigo.
 - **Subtype** - subtipo de acordo com o tipo definido. (definir quais são as opções)
 - **State** – estado em que o perigo se encontra. Poderá ser: reportado, em vistoria, vistoriado.
- **SecurityIncident** os problemas de segurança correspondem a uma extensão da entidade genérica incidente e contêm campos específicos.
 - **IDSecurity** - identificador do problema de segurança, que pode ser utilizado na aplicação para designá-lo. O problema de segurança corresponde a uma extensão da entidade genérica *IncidentPoi*.
 - **Type** – tipo de problema de segurança, havendo um número de opções predefinido para este campo. O valor deste atributo é utilizado pela aplicação móvel para definir a simbologia associada ao problema de segurança.
 - **State** - estado em que a ocorrência de segurança se encontra. Poderá ser: reportado, em vistoria, vistoriado.

É pertinente referir que a estrutura de dados descrita anteriormente serve apenas para descrever os dados que a nova interface está preparada para gerir, de acordo com os objetivos que foram sendo traçados, não coincidindo na perfeição com a base de dados previamente existente, nem com os serviços que a [API](#) desenvolvida pela Critical Software, com o intuito assegurar a comunicação com o modelo [JC3IEDM](#), disponibilizava na data de conclusão da presente dissertação.

5.2.2 Tecnologias e APIs

As tecnologias e [API](#) utilizadas para a implementação do novo protótipo são na sua grande maioria aquelas que haviam sido utilizadas até então. O foco do trabalho consistiu na utilização mais otimizada e completa dos recursos fornecidos pelas mesmas. Ainda assim, no domínio das [API](#), destaca-se a introdução de uma nova na reta final, desenvolvida durante o decorrer da presente dissertação pela Critical Software, empresa de desenvolvimento de *softwares* contratada pela Marinha Portuguesa para o efeito. Esta [API](#) surgiu com o objetivo de permitir a integração da aplicação móvel com o modelo de dados [JC3IEDM](#).

5.2.2.1 Android Studio

O Android Studio é o [IDE](#) mais comumente utilizado na construção de aplicações para dispositivos Android. Grande parte do trabalho de implementação utilizou este ambiente.

Na sua génese tem uma estrutura assente em páginas [XML](#), que permitem o desenho dos *layouts* da aplicação, mas também classes Java, onde é edificada toda a parte lógica. O Android Studio inclui também o Android Plugin For Gradle ², um *kit* de ferramentas de compilação avançado, específico para aplicações Android, onde pode ser configurado o processo de compilação e definidos os diversos recursos externos a serem utilizados pelo programa.

5.2.2.2 Wikitude

A Wikitude ³ corresponde ao conjunto de tecnologias de realidade aumentada fornecidas pela companhia de mesmo nome. Os seus produtos e serviços concedem uma grande diversidade de recursos capazes de responder às diferentes necessidades inerentes a cada contexto de uso.

O Wikitude [SDK](#) corresponde ao principal produto da companhia e é disponibilizado através de várias [API](#) e extensões que lhe conferem a sua utilização multiplataforma. Deste modo, encontra-se disponível para Android, iOS e Windows, bem como para integração com outras tecnologias, incluindo aquela que é utilizada no desenvolvimento de certos óculos inteligentes (SMART GLASSES)⁴.

No projeto [THEMIS](#) foi incorporada a JavaScript [API](#) do Wikitude [SDK](#), que disponibiliza os principais recursos deste *kit* de desenvolvimento. A compatibilidade desta [API](#) com código JavaScript e [HTML](#) faz com que seja simples integrá-la com quaisquer aplicações móveis, independentemente do sistema operativo em que forem concebidas. A versão grátis do Wikitude [SDK](#) é utilizada pelo protótipo funcional da aplicação móvel [THEMIS](#), e embora contenha uma marca de água que impossibilita a comercialização das aplicações que lhe façam uso, disponibiliza um conjunto de ferramentas bastante satisfatório para aplicações em fase de desenvolvimento:

- Reconhecimento de objetos, que possibilita a experiência de realidade aumentada a partir do reconhecimento de objetos predefinidos pelo programador, e reconhecimento de cenas, que permite o reconhecimento de salas ou objetos de maior dimensão. Estas funcionalidades são baseadas *Simultaneous Location and Mapping (SLAM)* que é uma tecnologia que interpreta o mundo real através de pontos.
- Serviços baseados na localização, que permitem a criação de objetos de acordo com a sua posição geográfica.
- Rastreamento instantâneo, que interpreta o mundo real de forma instantânea, e permite a sobreposição de objetos virtuais com superfícies físicas, sem ser necessário o uso de reconhecimento baseado em marcadores.

²<https://developer.android.com/studio/releases/gradle-plugin>

³<https://www.wikitude.com/about/>

⁴<https://dictionary.cambridge.org/dictionary/english/smart-glasses>

- Tecnologia *Seamless AR Tracking* with ARCore and ARKit ([SMART](#)), que permite a utilização de tecnologias de realidade aumentada da Google, Google's ARCore, ou da Apple, Apple's ARKit, caso os dispositivos as suportem. Caso contrário, faz uso da tecnologia da Wikitude. Esta tecnologia permite o desenvolvimento multiplataforma, em JavaScript, Unit ou Xamarin, entre outras.
- Licença para Android, iOS, Dispositivos Windows e Óculos inteligentes.

Durante o desenvolvimento da nova versão funcional do projeto [THEMIS](#) continuou-se com a utilização dos serviços baseados na localização, tendo ocorrido uma exploração mais detalhada dos mesmos, assim como, novas formas de lhes fazer uso.

5.2.2.3 Sqlite

O SQLite consiste numa biblioteca que implementa bases de dados [SQL](#) embutidas. A sua facilidade de uso em qualquer plataforma e a possibilidade de leitura e escrita da base de dados diretamente num único arquivo, sem ser necessário executar um sistema de gestão de base de dados separado, fazem com que seja vantajosa em situações de teste que não necessitem de lidar com grandes quantidades de dados.

No dia a dia recorreu-se a uma base de dados SQLite presente localmente, enquanto para realização dos testes de usabilidade, foi utilizada uma base de dados alocada numa máquina virtual pertencente à FCT-UNL.

Esta biblioteca foi também introduzida para persistir dados ao nível da própria aplicação móvel, tal como é referido em [5.2.7](#), não tendo este processo sido concluído em tempo útil.

5.2.2.4 Spring

O Spring Framework foi o *framework* utilizado para fazer a comunicação entre a aplicação móvel e a base de dados provisória. Este *framework* foi utilizado por via do [STS IDE](#), permitindo a criação de um servidor que faculta dados à aplicação provenientes da base de dados, através de trocas de pedidos [HTTP](#). Durante a grande maioria do processo de desenvolvimento da solução recorreu-se a este *framework* sendo que, na fase final, se iniciou a comunicação com um servidor que permite a troca de dados com uma base de dados assentes no modelo [JC3IEDM](#).

5.2.2.5 Google Play Services

A Google, através de [API](#), disponibiliza várias ferramentas para o desenvolvimento de dispositivos Android, a partir da biblioteca do Google Play Services. No projeto [THEMIS](#) foram utilizadas duas destas ferramentas:

- **Google LocationServices API** - esta [API](#) faz uso da FusedLocationProvider [API](#) para obtenção da localização do utilizador com sessão iniciada na aplicação. A

FusedLocationProvider [API](#) permite obter a localização atual de forma simples e com gastos eficientes de bateria. Proporciona igualmente métodos para definir o nível de precisão de localização pretendidos, podendo a [API](#) recorrer a três fontes de informação diferentes: localização de GPS, conexão do telemóvel e a rede Wifi ao qual este está conectado.

- **Google Maps API** - esta [API](#) disponibilizada para Android, permite a adição e customização de mapas baseados no Google Maps. No *layout* principal do protótipo desenvolvido, correspondente à vista de mapa, recorreu-se a esta [API](#) para obter acesso aos mapas do Google Maps, assim como para introduzir e visualizar marcadores associados a localizações específicas do mapa.

5.2.2.6 THEMIS Client API

Esta [API](#) foi disponibilizada numa fase avançada da implementação, com o objetivo de permitir a comunicação com uma nova base de dados, assente no modelo [JC3IEDM](#). A [API](#) fornece, através de uma lógica de pedidos assente em *REpresentational State Transfer* ([REST](#))⁵ com chamadas [HTTP](#) devidamente encriptadas, acesso a um servidor que comunica com a base de dados proposta. O mesmo será acedido pela aplicação *desktop* do projeto [THEMIS](#), garantindo que ambas façam uso da mesma base de dados e assim se alcance a interoperabilidade entre sistemas.

5.2.3 Funcionalidades e Interface Gráfica

A interface adotada no novo protótipo teve em consideração trabalhos de ergonomia existentes sobre a matéria [Figueiredo [Dissertação a publicar](#)], os requisitos definidos no decorrer do trabalho de desenvolvimento e sugestões de potenciais utilizadores da aplicação. Para além da adição de novas funcionalidades, ao nível da interface gráfica foram efetuadas inúmeras modificações e incrementos ao longo do processo de desenvolvimento, das quais se podem destacar:

- Redefinição dos *layouts* existentes. De um modo geral, procedeu-se ao desenho e implementação de uma nova interface, que cobriu todas as páginas existentes até então. O objetivo foi tornar cada uma das páginas mais apelativas para o utilizador.
- Introdução de técnicas que visaram tornar o protótipo responsivo perante diferentes dispositivos Android. Estes ajustes incluíram a definição de diferentes tamanhos e espaçamentos consoante a dimensão do dispositivo, bem como a utilização de margens laterais em dispositivos de maiores dimensões. A figura [5.5](#) apresenta um exemplo com as diferenças que se podem encontrar ao nível da interface consoante se utiliza dispositivos de pequenas ou grandes dimensões.

⁵<https://www.codecademy.com/articles/what-is-rest>

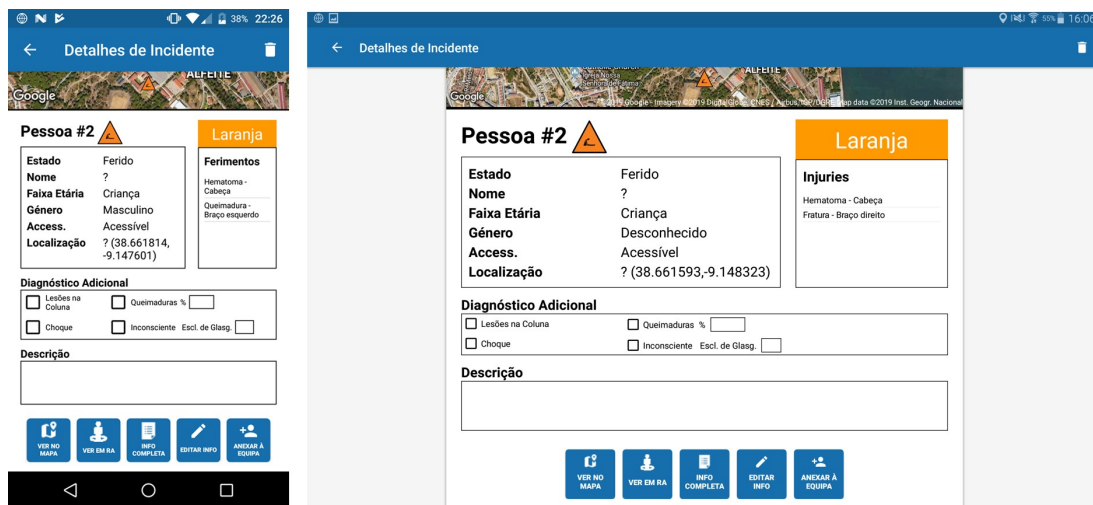


Figura 5.5: Detalhes de ferido em dispositivo de pequenas dimensões (a); Detalhes de ferido em dispositivo de grandes dimensões (b)

- Introdução de um sistema de *login* que corresponde à página inicial de entrada na aplicação, em que o utilizador se conecta enquanto membro de uma determinada equipa de operação. Na figura 5.6 é possível observar o *layout* da página de *login*.

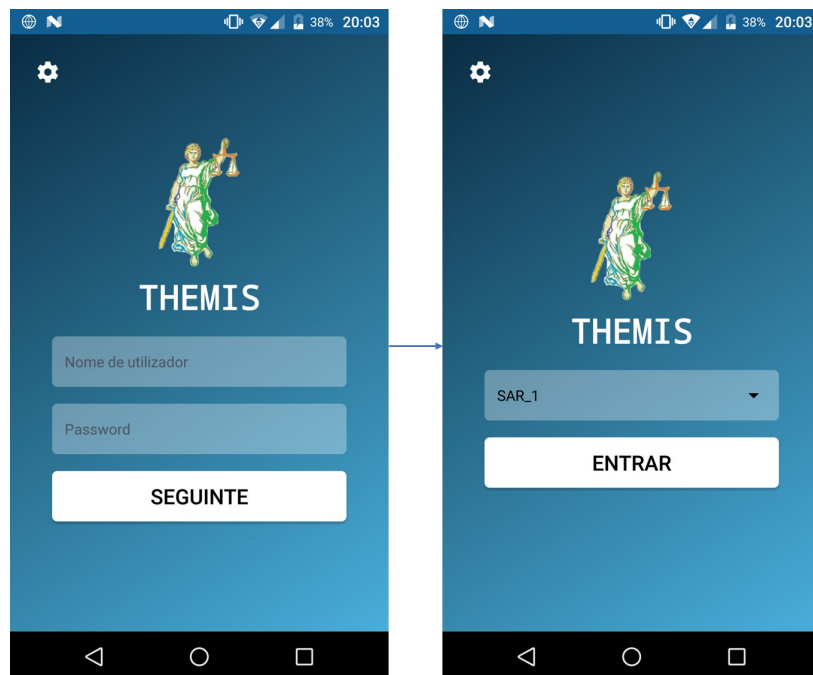


Figura 5.6: Página de *login* na aplicação

- Reorganização do *navigation drawer*⁶ utilizado na exibição do menu de opções da aplicação. A existência de mais do que cinco interações nucleares, que o utilizador pode efetuar na aplicação, fez com que a utilização de um *bottom navigation*⁷, tal

⁶<https://material.io/design/components/navigation-drawer.html>

⁷<https://material.io/develop/android/components/bottom-navigation-view/>

como sugeria o *mockup* criado na literatura considerada [Figueiredo [Dissertação a publicar](#)], não fosse introduzido, optando-se pela manutenção do elemento *navigation drawer*, mais otimizado para este contexto. Porém, os elementos do menu mencionado foram adaptados, com o intuito de proporcionar ao utilizador as principais interações da aplicação de uma forma mais perceptível.

- Alteração do *layout* dos campos de inserção e edição dos pontos de interesse e incidentes. Os *layouts* para inserção e edição de dados foram substituídos por outros, com o intuito de conceber uma maior facilidade de utilização por parte do utilizador, bem como, responder mais satisfatoriamente aos requisitos propostos. Nesse sentido, não só o *design* destas páginas foi alterado, como também os campos de inserção contidos nas mesmas. A figura 5.7 ilustra o *layout* de inserção de uma pessoa ferida no protótipo previamente existente, enquanto a figura 5.8 denota o novo *layout* existente para a mesma operação.
- Alteração do *design* relativo à anexação de fotografias a um incidente ou ponto de interesse. No que diz respeito à opção para adicionar fotografias a POI ou incidentes, optou-se por introduzir um *layout* que permita ao utilizador visualizar as fotografias que adiciona sem ter de abrir os detalhes da mesma.

The figure displays two screenshots of a mobile application interface for adding a person to an incident. The top screenshot shows a form with fields for Description, State, Age range, Gender, Priority, Accessibility, Location (with a map button), Longitude, Latitude, and Altitude. The bottom screenshot shows a simplified form with fields for Longitude, Latitude, and Altitude, and buttons for 'Adicionar ferimento', 'Adicionar ficheiro', and 'Tirar fotografia'. A blue arrow points from the top screenshot to the bottom one, indicating a transition or comparison.

Figura 5.7: Inserção de pessoa ferida no protótipo previamente existente

The figure illustrates the implementation of a form for creating a new incident record, specifically for a person with injuries. The process is shown in six sequential screenshots:

- Screen 1:** 'Pessoa' form. Fields include: Localização (D6, 38.662466, -9.204883), Nome, Apellido, Estado (Saudável, Ferido, Morto, Desconhecido), Gênero, Faixa Etária, Nacionalidade, Grupo Sanguíneo, Profissão, Data de Nascimento, and Alergias.
- Screen 2:** 'Pessoa' form with updated values: Localização (E6, 37.883742, -8.174314).
- Screen 3:** 'Prioridade' and 'Ferimentos' selection screen. A modal shows options: Vermelho, Laranja, Amarelo, Verde. 'Laranja' is selected. 'Ferimentos' includes 'Fratura - Braço direito'.
- Screen 4:** 'Diagnóstico Adicional' screen. Options include: Lesões na Coluna, Choque, Queimaduras, Inconsciente. 'Escala de Glasgow' is also present.
- Screen 5:** 'Descrição' screen. Fields include: Descrição, Adicionar Fotografia, and a 'CONFIRMAR' button.
- Screen 6:** 'Descrição' screen with a photo added to the 'Adicionar Fotografia' field.

Figura 5.8: Inserção de pessoa ferida no novo protótipo

- Reformulação das páginas para visualização dos detalhes de um POI ou incidente e introdução de páginas idênticas para visualização dos detalhes de uma equipa ou ordem atribuída à equipa com sessão iniciada. No caso dos POI, incidentes e equipas, estes novos *layouts* conferem ainda ao utilizador a possibilidade de localizá-los na vista de mapa ou de RA. O utilizador pode, também, a partir deste *layout*, caso se trate de um POI ou incidente, editar os seus dados ou até mesmo remover a ocorrência. Na figura 5.2a é possível observar a página de detalhes de um POI enquanto na figura 5.2b aparece representada a página de detalhes de uma equipa de operação. Para verificar a página de detalhes de uma pessoa ferida, pode-se consultar a figura 5.5.
- Adição de informação relativa aos detalhes da operação a decorrer, tal como se pode constatar ao consultar a figura 5.9.

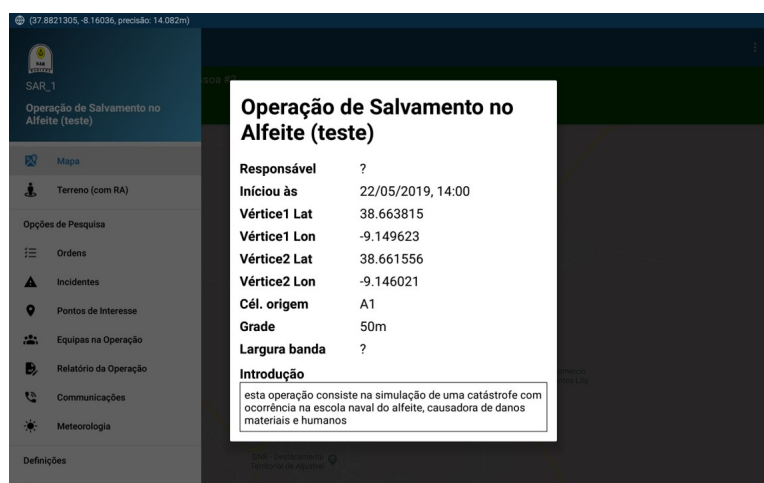


Figura 5.9: Detalhes da operação em curso

- Otimização das páginas de pesquisa existentes. Para além de uma reestruturação na interface das páginas de pesquisa existentes, relativas aos POI, incidentes e ordens de uma equipa, procedeu-se à utilização de elementos mais eficientes na sua representação, como é o caso da substituição da componente *ListView*⁸ pela *RecyclerView*⁹ e melhorou-se o comportamento da opção de pesquisa já existente. Para além disso, introduziu-se a opção para filtragem da categoria do incidente na página dos incidentes, que possibilita ao utilizador visualizar apenas as categorias que pretende consultar. A figura 5.10 exhibe um exemplo em que foram utilizadas as opções de filtragem e de pesquisa disponíveis na página de pesquisa dos incidentes.

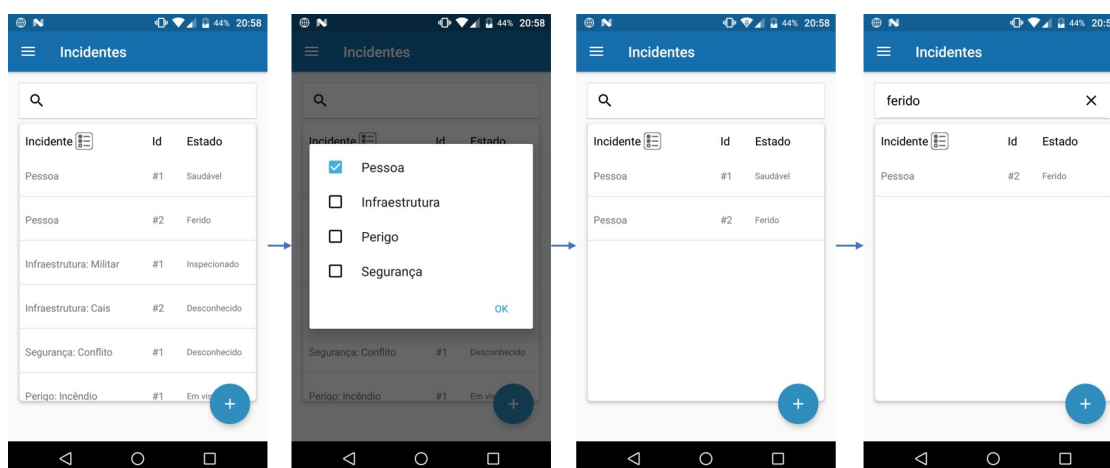


Figura 5.10: Opção de filtragem e pesquisa na página dos incidentes

- Introdução de página para pesquisa das equipas registadas na operação em curso. Esta página de pesquisa está em concordância com as otimizações discriminadas no ponto anterior.

⁸<https://developer.android.com/reference/android/widget/ListView>

⁹<https://developer.android.com/guide/topics/ui/layout/recyclerview>

- Adição de sistemas de notificações no topo da página na vista de mapa que permite manter o utilizador informado acerca das ordens que lhe vão sendo atribuídas, bem como acompanhar aquela que o mesmo se encontra a executar. Caso o utilizador pretenda, pode remover as notificações que vão aparecendo, sendo que a aplicação encarrega-se de não voltar a notificar o utilizador acerca dessa mesma ordem, enquanto este se mantiver com a sessão iniciada. A figura 5.11 exibe a vista de mapa, podendo-se observar o referido sistema de notificações.
- Sinalização da área da operação. Os novos requisitos definidos conferem a necessidade de cada operação estar limitada por uma área predefinida, delimitada por quatro pontos que correspondem aos vértices de um retângulo. Através da utilização da componente *Polygon*¹⁰, disponibilizada pela API do Google Maps, foi possível assinalar a área de operação no mapa, através de uma forma geométrica. A figura 5.11 ilustra esta funcionalidade.



Figura 5.11: Vista de mapa com sistema de notificações e área da operação

- Introdução de um novo método para inserção de POI e incidentes. Para além do método já existente para inserção de uma ocorrência, através dos menus laterais, foi adicionada uma opção que permite ao utilizador selecionar diretamente no mapa o local onde se encontra a ocorrência a ser inserida. Para que lhe seja exibido o menu com as hipóteses de inserção que tem ao seu dispor, o utilizador poderá pressionar o local do mapa onde pretende reportar a ocorrência, pressionando, em seguida, a legenda entretanto despoletada (figura 5.12a). Alternativamente, pode pressionar durante alguns instantes a zona do mapa onde pretende reportar a ocorrência (figura 5.12b). Ao selecionar a categoria pretendida, é redirecionado para a página de inserção da ocorrência em questão já com a localização preenchida.

¹⁰<https://developers.google.com/android/reference/com/google/android/gms/maps/model/Polygon>

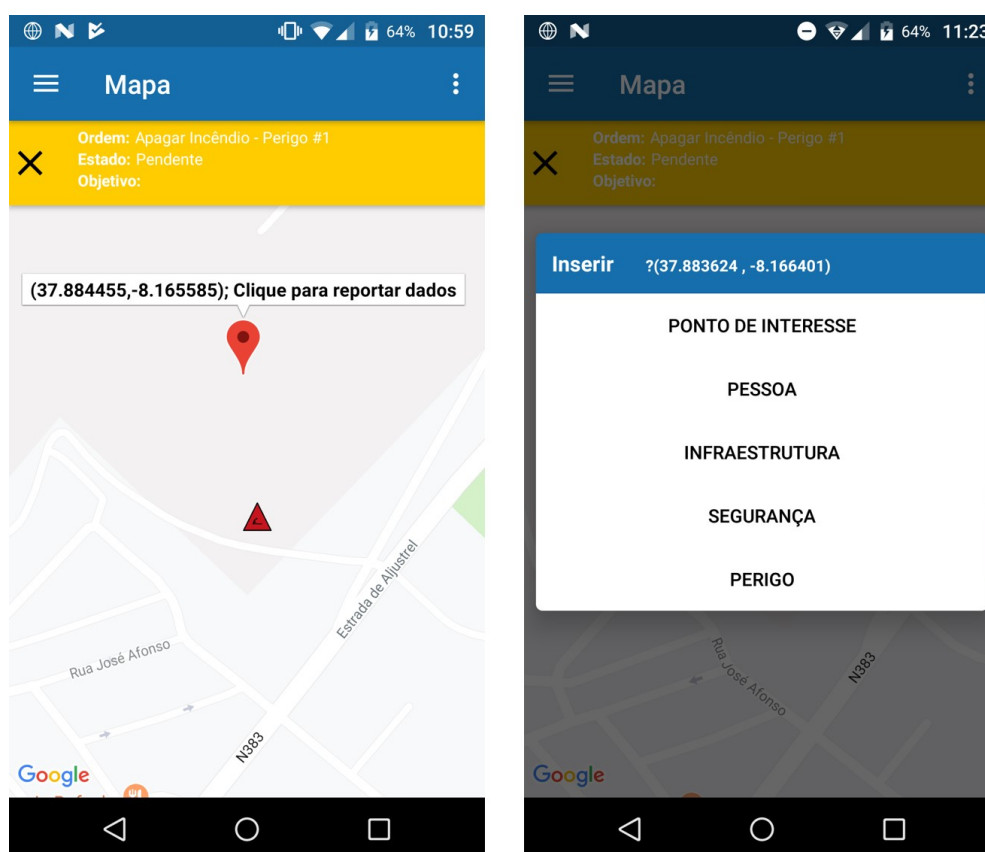


Figura 5.12: Legenda despoletada após clicar sobre o mapa (a); Menu de inserção despoletado na vista de mapa (b)

5.2.4 Realidade Aumentada

Um dos principais focos da presente dissertação foi a otimização da vista de realidade aumentada já existente no protótipo anterior, de modo a que esta opção de visualização pudesse consistir num ganho evidente para quem utiliza a aplicação móvel [THEMIS](#). Pretende-se evitar que o utilizador fique sobrecarregado com excesso de informações e que a disposição dos vários pontos de interesse, incidentes e equipas de operação existentes seja apresentada de forma clara e fácil de ser interpretada, sobretudo quando se tratam de ocorrências fulcrais para o utilizador. Na pesquisa do trabalho relacionado (2) foram estudadas várias técnicas que podem ser introduzidas com o intuito de alcançar os objetivos propostos. Nas próximas secções são descritas as técnicas de realidade aumentada aplicadas na nova versão do projeto [THEMIS-AR](#).

5.2.4.1 Sobreposição de Informação

O protótipo anterior existente implementava um algoritmo que aplica diferentes alturas consoante a distância dos objetos (ícones) ao utilizador. Esta solução permite reduzir a probabilidade de se presenciar informação sobreposta, no entanto a disposição de objetos

a diferentes alturas torna-os, frequentemente, mais difíceis de serem identificados rapidamente, uma vez que o utilizador tem de inclinar o dispositivo em diferentes direções para encontrar todos os pontos, tal como se pode observar na figura 5.13.

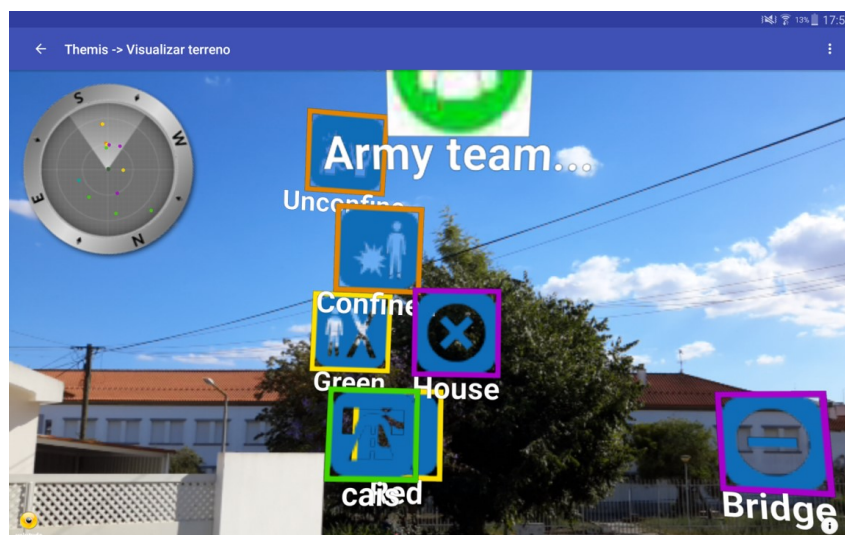


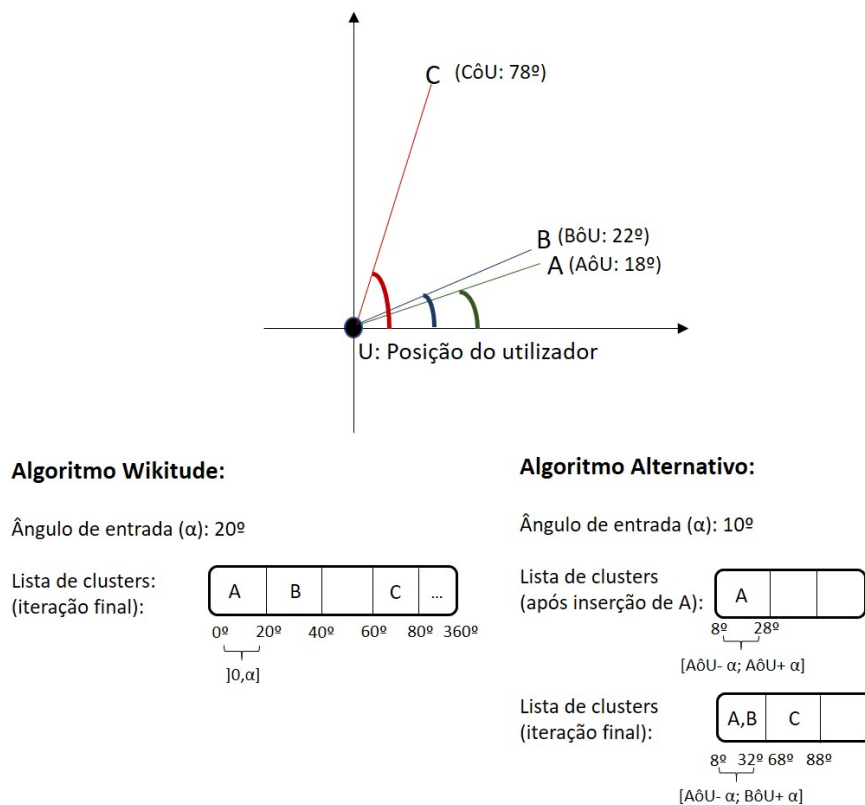
Figura 5.13: Vista de RA no protótipo anterior

Para resolver este problema, o primeiro passo consistiu na remoção da disposição dos objetos a diferentes alturas, consoante a sua distância ao utilizador. Optou-se, em vez disso, por colocar todos os objetos à mesma altura, a mesma em que o utilizador se encontra, pelo que os objetos exibidos no novo protótipo, caso não se tratem de objetos pertencentes a um aglomerado de pontos, podem ser encontrados na linha do horizonte, quando o utilizador posiciona o dispositivo perpendicularmente ao solo.

No que diz respeito ao problema relativo à possibilidade de ocorrência de uma grande concentração de objetos na mesma região, ou até mesmo de sobreposição entre os mesmos, foi tida em consideração a técnica presente no trabalho relacionado que se debruça sobre o tema (2.2.4.3). Esta técnica evita a sobreposição ou grande concentração de objetos na mesma região, recorrendo à agregação dos pontos que ocupem uma mesma área do espaço através da formação de *clusters*. Os *clusters* representam um aglomerado de objetos e são exibidos recorrendo-se a um único símbolo. *Clusters* que contenham apenas duas ocorrências apresentam um ícone com o número "2" representado, ao passo que os restantes, com mais do que duas ocorrências, têm associado um ícone com a designação "+2".

Similar técnica foi desenvolvida na presente dissertação, através da utilização de dois algoritmos distintos para identificar pontos em regiões vizinhas do espaço. Após a identificação dos objetos que ocupam a mesma região, procedeu-se à substituição dos mesmos por apenas um, que representa todos os pontos dessa região.

A descrição dos algoritmos utilizados para a criação de *clusters* é apresentada em seguida:

Figura 5.14: Descrição dos algoritmos de *cluster* implementados

- Algoritmo simplificado Wikitude** - a documentação de apoio da Wikitude concede, através do uso de *clusters*, uma solução simplificada para detetar objetos, cujo ângulo que fazem com o dispositivo estejam na mesma vizinhança. Há um parâmetro numérico, passado inicialmente, que delimita o número de *clusters* máximo, definindo o ângulo de alcance de cada *cluster*. Exemplificando, caso o parâmetro de entrada seja igual a "20", então cada *cluster* irá ter um alcance de 20° . No total, de modo a fazer uma volta completa em torno do utilizador, os objetos posteriormente considerados poderão ficar associados a um dos 18 ($360/20$) *clusters* definidos, de acordo com o ângulo que este forma com a posição do utilizador. Para cada objeto é, portanto, calculado o ângulo que este forma com o utilizador, através das coordenadas do objeto e das coordenadas da posição atual do utilizador. Para cálculo desse ângulo, as coordenadas fornecidas são primeiramente convertidas para o sistema *Universal Transverse Mercator* (UTM) ¹¹, que corresponde a uma projeção horizontal da superfície terrestre. Ao contrário do sistema latitude/longitude, o sistema UTM permite manter uma relação constante entre as distâncias das coordenadas ao longo do mapa. O ângulo entre as duas coordenadas, do objeto e da posição do utilizador, é posteriormente calculado através de fórmulas trigonométricas. No final, consoante o ângulo obtido, o objeto será associado a um *cluster* diferente.

¹¹https://en.wikipedia.org/wiki/Universal_Transverse_Mercator_coordinate_system

- **Algoritmo alternativo** - O algoritmo sugerido pela documentação da Wikitude, embora forneça uma solução simples para identificar pontos potencialmente sobrepostos entre si, apresenta algumas lacunas. A divisão de *clusters* em regiões é eficiente nas zonas centrais das mesmas, porém não resolve o problema caso existam dois objetos em zonas de fronteira muito próximas uma da outra. Por exemplo, mantendo o parâmetro de entrada igual ao exemplo anterior, 20° , existirá, portanto, um *cluster* que alberga todos os pontos cujos ângulos variem entre 0° e 20° , outro todos os ângulos entre 20° e 40° e assim sucessivamente. Perante este cenário, caso haja um ponto "A", cujo ângulo que forma com a posição atual do utilizador seja igual a $19,9^\circ$ e outro, ponto "B", cujo ângulo seja igual a $20,1^\circ$, embora formem um ângulo semelhante, o que faz com que seja expectável que se sobreponham entre si, o algoritmo simplificado da Wikitude não os irá colocar no mesmo *cluster*. Para colmatar esta limitação, foi desenvolvida outra solução. O algoritmo alternativo estudado propõe que a região a ser ocupada por cada *cluster* não seja constante e definida à partida, mas antes definida segundo uma lógica em que esta região corresponde a um grupo de objetos que se podem sobrepor transitivamente entre si. À entrada do algoritmo mantém-se a existência de um parâmetro numérico, α , que, neste caso, informa acerca do ângulo mínimo de espaçamento que deverá existir entre os pontos presentes nas extremidades de cada *cluster* e os pontos fora dos mesmos. Após o cálculo do ângulo que cada objeto faz com a posição atual do utilizador, recorrendo-se também a coordenadas UTM, são adicionados iterativamente à lista de *clusters*, inicialmente vazia. O primeiro objeto, representado pela letra "A", corresponde automaticamente a um novo *cluster*. A região ocupada por esse *cluster* é definido de acordo com o ângulo que o ponto faz com o utilizador (AôU) e o parâmetro de entrada, α : $[AôU - \alpha; AôU + \alpha]$. Os objetos adicionados seguidamente, percorrem, primeiramente, todos os *clusters* existentes para conferir se o ângulo que fazem com a posição do utilizador se encaixa no intervalo de algum dos *clusters*. Em caso afirmativo, o ponto é adicionado ao primeiro *cluster* encontrado que satisfaça essa região e, em seguida, os intervalos do mesmo são recalculados, de forma a que a distância mínima entre os ângulos presentes nas extremidades desse mesmo *cluster* e os pontos fora dele sejam sempre maiores ou iguais a α . Quando a região coberta por um *cluster* atinge uma amplitude muito elevada, o algoritmo é reiniciado com um parâmetro de entrada, α , mais pequeno. Este ajuste faz com que a distância entre os ângulos de cada objeto tenha de ser menor para que estes pertençam ao mesmo *cluster*, reduzindo também a probabilidade de se obter *cluster* com uma amplitude exagerada.

A figura 5.14 apresenta uma explicação do funcionamento dos dois algoritmos descritos, ao passo que, as figuras 5.15 (algoritmo wikitude) e 5.16 (algoritmo alternativo) exemplificam uma situação em que o algoritmo alternativo é mais eficiente do que o algoritmo contido na documentação da Wikitude.

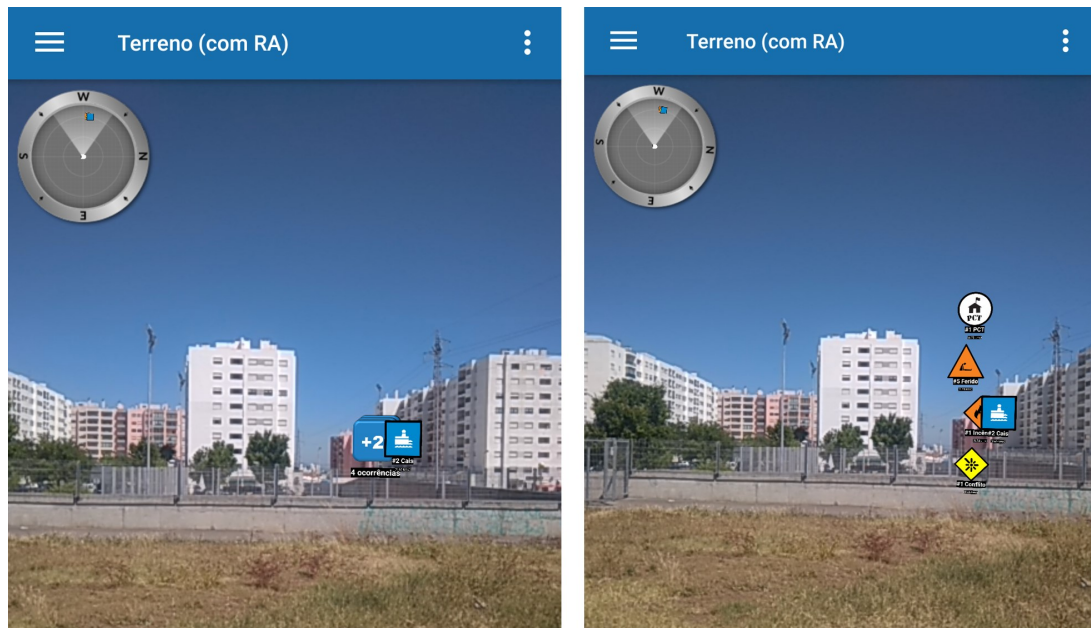


Figura 5.15: Algoritmo Wikitude sem expansão do *cluster* (a); Algoritmo Wikitude após expansão do *cluster* (b)

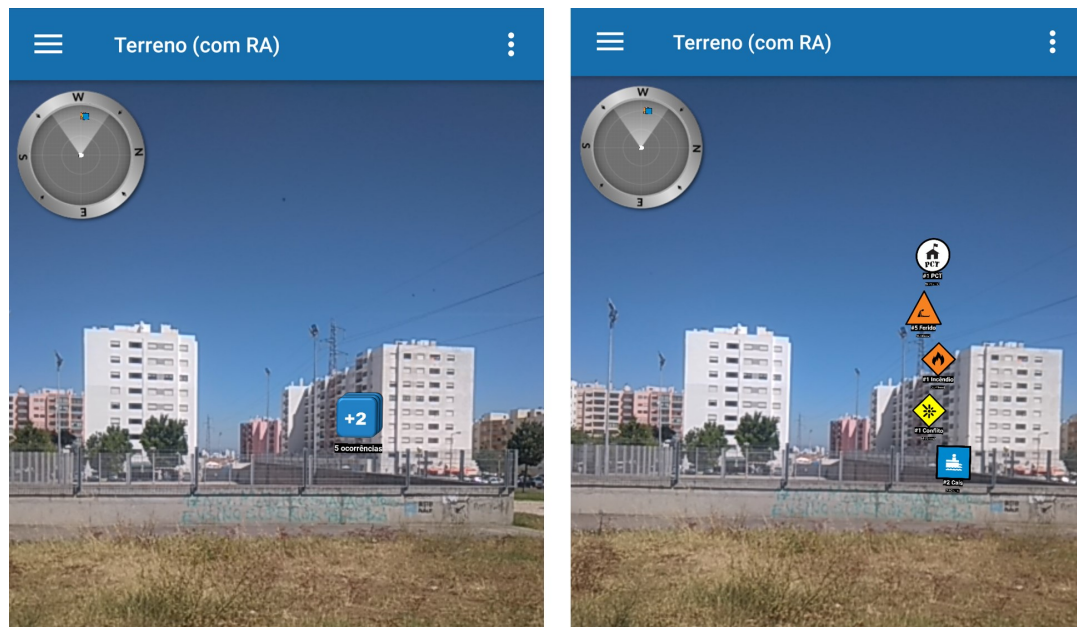


Figura 5.16: Algoritmo alternativo sem expansão do *cluster* (a); Algoritmo alternativo após expansão do *cluster* (b)

Em ambos os algoritmos mencionados anteriormente foi adicionada a opção que faz com que o *cluster* reaja ao "toque" por parte do utilizador, expandindo todos os pontos nele contidos durante dez segundos. Esta funcionalidade implica aplicar uma translação de cada objeto pertencente ao *cluster*, conferindo-lhe uma nova localização em altura, para evitar a sobreposição dos diferentes objetos existentes. Ao fim dos dez segundos estabelecidos, os objetos voltam a agrupar-se num só, tal como se encontravam inicialmente. De notar ainda que, ao nível do radar, todos os pontos são sempre exibidos, mesmo quando pertençam a um *cluster*, tal como se pode verificar na figura 5.17. Esta opção deve-se ao facto do radar permitir a distinção dos diferentes objetos presentes no mesmo ângulo de visão do utilizador, uma vez que, para os representar, esta técnica tem também em consideração a distância a que cada objeto se encontra do utilizador, havendo, quando se configura o alcance do radar apropriadamente, um menor risco de se assistir à sobreposição dos pontos.

Em adição às duas opções de agregação desenvolvidas, foi mantida uma opção que possibilita ao utilizador observar todos os pontos sem que estes se agrupem em *clusters*. Neste caso, aplica-se uma translação em altura diferente para cada objeto, consoante a sua distância ao utilizador, reduzindo-se a probabilidade destes se sobreponem entre si. Esta técnica, porém, obriga o utilizador a movimentar o dispositivo verticalmente para encontrar todos os objetos existentes.

5.2.4.2 Filtragem de Informação

A filtragem de informação, referida na secção de Técnicas de Visualização em Dispositivos Móveis (2.1), e aplicada à realidade aumentada na secção que aborda a sua utilização em dispositivos móveis (2.2.4.1), é uma técnica que evita a sobrecarga da informação que é disponibilizada aos utilizadores. O protótipo anterior permitia a filtragem manual dos pontos de interesse que o utilizador pretende observar, tratando-se de uma aplicação adaptada ao contexto. Estas aplicações fornecem ao utilizador um grande controlo do sistema, permitindo moldá-lo da forma que pretender. Contudo, essa personalização manual pode implicar um grande esforço de aprendizagem por parte do utilizador, bem como gastos excessivos de tempo, provocados pela ação de configuração da filtragem.

Por outro lado, as aplicações adaptativas são aplicações que utilizam a informação que recolhem da envolvente para personalizar de uma forma automática os conteúdos que são exibidos no ecrã. Estas aplicações podem-se considerar como aplicações cientes do contexto. O estudo efetuado no trabalho relacionado (2.1) conclui que as aplicações adaptativas são geralmente mais vantajosas do que as aplicações adaptadas ao contexto.

No âmbito desta dissertação, pretendeu-se procurar contextos que permitam à aplicação alterar o seu comportamento e disponibilizar informação mais útil para o utilizador.

Após reuniões periódicas realizadas durante o processo de desenvolvimento com a Marinha Portuguesa, foi possível obter uma noção mais clara dos contornos em que se devem desenrolar as operações de emergência visadas pela aplicação móvel THEMIS.



Figura 5.17: Radar destacado na vista de RA

Nesse sentido, concluiu-se que a filtragem automática de informação não é claramente vantajosa em operações desta natureza, na medida em que não é desejável a omissão de informação sem que o utilizador tenha consciência da sua existência. Embora as equipas que se encontram a atuar tenham, habitualmente, as suas funções bem definidas na operação, e apesar das ordens que lhes são atribuídas poderem ter um objetivo claro e assinalável no terreno, as restantes informações não devem ser desprezadas. Um dos objetivos primários de **THEMIS** é conceder uma visão holística dos acontecimentos, e em situações de emergência, qualquer informação que se consiga extrair do terreno poderá ter importância para os elementos que se encontram em funções no local.

Desta forma, em vez de se proceder à filtragem de informação menos relevante de forma automática, optou-se por encontrar técnicas que realcem as informações mais importantes para o utilizador que se encontra a fazer uso da aplicação, mantendo-se as restantes visíveis, mas menos intrusivas.

A literatura estudada (2.2.4.1), para além de indicar regras comuns na definição dos objetos mais relevantes, evidenciou métodos utilizados na cartografia para distinguir objetos com relevâncias distintas.

Os contextos de uso considerados para definir os objetos (ocorrências) potencialmente mais importantes foram a distância do utilizador aos objetos, o objetivo da ordem, caso se encontre alguma em execução, e o tipo de equipa ao qual o utilizador se encontra associado.

Na aplicação móvel, quanto maior é a distância de um objeto ao utilizador, menos relevante este se torna, pelo que lhe é atribuído um tamanho igualmente menor. Foi definido um intervalo de distâncias entre os quais o tamanho dos objetos varia. Objetos mais longínquos do que a distância máxima adotam o tamanho mínimo enquanto os objetos mais próximos do que a distância mínima definida são representados com o tamanho máximo previsto.

Perante a existência de uma ordem a decorrer durante uma operação, a aplicação móvel também ajusta o seu comportamento e facilita a localização do objetivo dessa mesma ordem. Para isso, são utilizados indicadores laterais que indicam em que direção o utilizador deve apontar o dispositivo para encontrar o referido local. Esta técnica é descrita em maior detalhe na subsecção 5.2.4.3.

Ainda assim, a principal funcionalidade disponibilizada pela vista de realidade aumentada no sentido de evitar, automaticamente, a sobrecarga da informação, sem que parte dela seja omitida, consiste em aplicar diferentes opacidades aos objetos que representam as distintas ocorrências, de acordo com a importância que cada um deles possa ter para o utilizador. Quando esta opção de visualização é ativada, os objetivos das ordens em execução mantêm sempre o valor de opacidade máximo, visto corresponderem ao foco do utilizador nesse dado instante. Por outro lado, cada equipa existente na aplicação pertence a um determinado tipo, ao qual estão associadas algumas funções específicas no desenrolar das operações. Para efeitos de teste apenas foram consideradas as equipas do tipo SAR e RECON.

Tabela 5.1: Opacidade dos elementos representados na vista de RA de acordo com a equipa de operação com sessão iniciada

Ocorrência	RECON	SAR
Objetivo de ordem a decorrer	1	1
Ponto de interesse	0.75	0.5
Pessoa ("Saudável", "Morto")	0.75	0.5
Pessoa ("Ferido", "Desconhecido")	0.75	0.75
Infraestrutura	0.75	0.25
Segurança	0.75	0.5
Perigo	0.75	0.5
Equipa de Op.	0.25	0.25

A equipa de reconhecimento, RECON, é responsável pelo reconhecimento das ocorrências existentes no local da operação, sendo comum estas equipas inserirem a maioria dos pontos de interesse e incidentes, pertencentes a qualquer uma das categorias existentes na aplicação. Assim sendo, todos os pontos de interesse e incidentes inseridos na

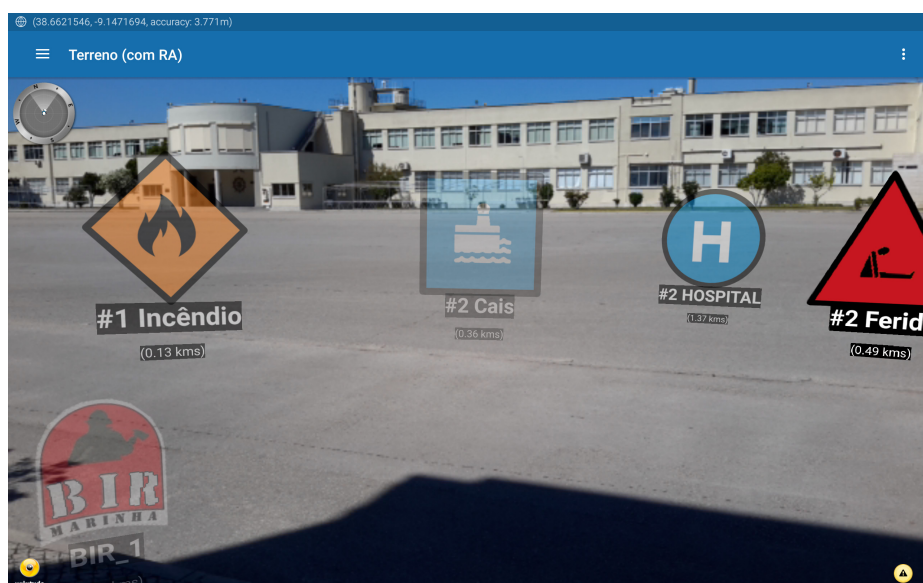


Figura 5.18: Aplicação de diferentes opacidades na vista de RA de acordo com a relevância das ocorrências

aplicação são potencialmente relevantes para equipas desta génese e adquirem um maior valor de opacidade do que as equipas de operação existentes.

As equipas do tipo SAR, por outro lado, têm como principal missão procurar e resgatar as pessoas que necessitem de auxílio durante as emergências. Desse modo, pessoas que se encontrem feridas, ou cujo estado seja desconhecido, são habitualmente mais importantes do que as restantes ocorrências. As ocorrências menos importantes dividem-se ainda segundo dois níveis de opacidade distintos: as equipas de operação e infraestruturas têm menos interesse do que ocorrências que expressem algum aviso, como é o caso de perigos ou problemas de segurança, assim como, do que pontos de interesse ou pessoas que, não estando feridas, tenham sido reportadas na aplicação, pelo que lhes é atribuída uma opacidade inferior.

A técnica de diferenciação da opacidade das diferentes ocorrências pode ser ativada ou desativada pelo utilizador nas definições do dispositivo.

A filtragem manual, utilizada no anterior protótipo, mantém-se e pode ser utilizada como complemento às metodologias abordadas nesta secção.

A tabela 5.1 exibe os níveis de opacidade adotados na representação de cada ocorrência, dependendo da equipa que faz uso da aplicação, enquanto a figura 5.18 ilustra o comportamento efetivo da aplicação de acordo com os valores presentes na referida tabela.

5.2.4.3 Visualização de Informação Fora do Campo de Visão

No trabalho relacionado (2.2.4.2), foram estudadas várias técnicas que visam ajudar o utilizador a encontrar objetos que se encontrem fora do seu campo de visão na vista de realidade aumentada. As referidas técnicas são introduzidas na tabela 5.2, que utiliza

uma escala com valores inteiros compreendidos entre 1 e 3 para avaliar se a técnica é adequada ao protótipo. O valor "3" indica que o requisito se aplica à técnica. O valor "1", por sua vez, indica não haver aplicabilidade do requisito à técnica.

Na primeira coluna da tabela são apresentadas as técnicas a ser comparadas. A segunda coluna indica a facilidade em integrar a técnica no protótipo existente. O parâmetro da terceira coluna refere-se à possibilidade de diferenciar os pontos segundo categorias. A facilidade que o utilizador tem em identificar pontos através da técnica, é representada nos valores da quarta coluna. Na última coluna é referida a escalabilidade que a técnica apresenta para um grande número de objetos.

Tabela 5.2: Comparação das técnicas de visualização de objetos fora do campo de visão

Técnica	Integração	Categorização	Identificação	Escalabilidade
Mini-mapa	3	2	2	3
Setas 3D	1	2	3	2
Barras laterais	2	3	3	3
Pesquisa adapt.	1	2	2	2

Da análise de todos os parâmetros da tabela, conclui-se que as abordagens que melhor se adequam ao protótipo atual são as técnicas de mini-mapa e de barras laterais. As setas 3D, para além de serem difíceis de integrar com a tecnologia atualmente existente, a Wikitude SDK, não são claras quanto à compatibilidade com diversos pontos, ao passo que a pesquisa adaptada à orientação também revela dificuldades em ser introduzida no protótipo atual, não aparentando trazer vantagens significativas em relação às outras técnicas.

No decorrer da fase de implementação, manteve-se o radar previamente implementado, que, tal como os mini-mapas, permite a localizar pontos de interesse num raio pré-estabelecido. Algumas otimizações foram introduzidas nesta ferramenta com o intuito de melhorar a experiência que o utilizador tem ao interagir com a mesma, sobretudo para facilitar a distinção entre os pontos representados. No protótipo previamente existente, os pontos presentes no radar tinham cores que os associavam às diferentes categorias, equipas, incidentes ou pontos de interesse. Contudo, as cores utilizadas não eram suficientemente satisfatórias para que o utilizador fizesse a distinção com facilidade dos diversos objetos existentes. Nesse sentido, foram feitas substituições nas cores, de acordo com a nova simbologia adotada. Para atingir resultados ainda mais satisfatórios na identificação dos pontos no radar, até porque certas cores eram partilhadas por ocorrências de tipos distintos, o formato dos pontos deixou de ser circular e uniforme e passou a partilhar a forma que a simbologia adotada utiliza. Os detalhes da nova simbologia são descritos na secção 5.2.5. Para além disso, quando uma ocorrência é selecionada na vista de RA o ponto do radar que a representa aparece com maiores dimensões do que os restantes, o que lhe confere destaque (5.20). Ainda em relação ao radar, as configurações previamente existentes para alteração do alcance do radar apresentavam algumas falhas, pelo que a

resolução desses problemas permitiu uma maior facilidade em definir o alcance máximo do radar. A figura 5.17 exibe dois exemplos em que é possível observar no canto superior esquerdo o radar do novo protótipo enquanto na figura 5.13 é possível observar a representação de pontos no radar da versão anterior.

Considerando os resultados obtidos da análise das técnicas de visualização de objetos fora do campo de visão para o protótipo existente, uma abordagem semelhante à das barras laterais também foi adotada. Optou-se por aproveitar os recursos disponibilizados pela tecnologia de realidade aumentada utilizada, neste caso a API JavaScript da Wikitude. Esta API disponibiliza a anexação de um *indicator* (indicador) a cada objeto de realidade aumentada, que fica visível sempre que esse objeto sair do campo de visão do utilizador. Os *indicators* indicam a direção para onde o utilizador deve rodar o dispositivo para encontrar o objeto ao qual o *indicator* está associado. É possível personalizar os *indicators* e também indicar se estes devem estar ativados ou não. Através desta opção é possível criar *indicators* para cada objeto e ativá-los quando estes corresponderem ao objetivo de uma missão a decorrer ou quando o objeto estiver selecionado pelo utilizador. A ideia é não encher o ecrã com *indicators* acerca dos diversos pontos que podem existir, mas sim utilizá-los para disponibilizar um recurso adicional de visualização que apoie o utilizador na navegação até ao objetivo da sua ordem ou de outra tarefa que este esteja a desempenhar. Assim sendo, esta técnica não é tão abrangente como o uso de barras laterais, que informa sobre todos os pontos de interesse fora do campo de visão, mas permite, de uma forma eficaz, e sem ser necessário recorrer a tecnologias complementares, a fácil identificação de pontos fulcrais para o contexto de uso em questão.

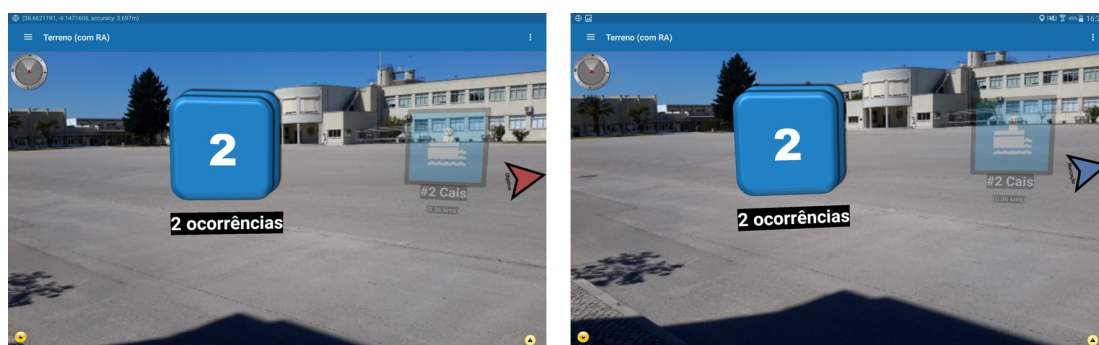


Figura 5.19: Indicador de objetivo nas vista de RA (a); Indicador de objeto selecionado na vista de RA (b)

A figura 5.19a exibe um indicador vermelho, que é ativado quando se pretende localizar o objetivo de uma ordem em execução, enquanto a figura 5.19b apresenta um indicador azul, que denota a existência de uma ocorrência selecionada fora do campo de visão do utilizador. O indicador relativo ao objetivo da ordem pode ser desativado caso o utilizador assim entenda.

5.2.4.4 Seleção de Objetos

Uma das principais limitações mencionada nas avaliações intermédias de marco, relativamente à interação dos participantes com a vista de realidade aumentada, prendeu-se com a impossibilidade destes poderem manter um objeto selecionado, que servisse como referência. Esta observação foi ainda mais saliente quando o objetivo era navegar até uma ocorrência que pertencesse a um *cluster*. O utilizador, após expandir o *cluster* onde o objeto pretendido se encontrava, apenas mantinha informação visual sobre o mesmo durante dez segundos, voltando a convergir para um ponto do *cluster* ao fim desse período, o que limitava a eficácia da execução da tarefa no terreno. Na segunda iteração do trabalho, foi adicionada a opção para selecionar um objeto, pertencente, ou não, a um *cluster*, que lhe conferia um destaque na vista de realidade aumentada. Para selecionar um objeto o utilizador apenas necessita de realizar uma ação de "toque" sobre o mesmo, e este, não só aumenta o seu tamanho, como também altera o ícone representado por um que sugere a sua seleção. Para além disso, quando um objeto se encontra selecionado, um *indicator* é ativado para indicar a sua direção quando este deixa de estar dentro do campo de visão do utilizador. O funcionamento dos *indicators* é descrito em 5.2.4.3.

Adicionalmente ao que foi referido, também foi atribuído um grau de importância maior aos objetos selecionados, ao nível da sua representação em casos de sobreposição. Nestes casos, o objeto selecionado deixa de pertencer ao *cluster* no qual estava inserido anteriormente, aparecendo sempre à sua frente, assim como de todos os restantes objetos representados, o que faz com que a sua correta visualização não seja obstruída por nenhum elemento presente no ecrã. Na figura 5.20 é possível observar dois exemplos de objetos selecionados na vista de realidade aumentada.



Figura 5.20: Objeto selecionado que anteriormente pertencia a um *cluster* (a); Objeto selecionado (b)

Sempre que o utilizador sai da vista de realidade aumentada com um objeto selecionado, esta informação fica guardada ao nível da aplicação, pelo que, quando o utilizador

volta a abrir esta opção de visualização, mantém a seleção anterior ativada. Esta funcionalidade é útil sobretudo quando o utilizador pretende observar os detalhes da ocorrência que havia selecionado sem ter de voltar a selecioná-la quando regressa à vista de realidade aumentada. A mesma lógica aplica-se quando o utilizador acede, a partir da página de detalhes de uma determinada ocorrência, à vista de [RA](#), havendo uma marcação automática da ocorrência a partir da qual se acedeu à vista de [RA](#).

Para remover a seleção, basta ao utilizador voltar a carregar sobre o objeto selecionado, ou que selecione outro objeto, uma vez que apenas é possível existir um objeto selecionado de cada vez.

5.2.4.5 Outros ajustes

Ao nível das configurações manuais existentes, o utilizador continua a ter, tal como na versão anterior, a possibilidade de filtrar o tipo de dados que pretende visualizar na vista de realidade aumentada, a opção de alterar a distância máxima considerada na representação dos objetos ou de alterar as dimensões do radar. Ao nível destas opções de configuração foram apenas corrigidas algumas falhas existentes até então.

De destacar ainda a adição de uma legenda, por baixo dos ícones e do respetivo título identificador, que refere a distância a que o objeto se encontra do utilizador.

5.2.5 Simbologia

A simbologia proposta no âmbito da presente dissertação resulta da junção de vários conjuntos de símbolos e normas utilizados em situações de emergência, descritos em [2.3](#), bem como da simbologia utilizada habitualmente em exercícios *Disaster Relief Training Exercise* ([DISTEX](#)), coordenados pela Marinha Portuguesa.

Os exercícios [DISTEX](#) são promovidos no seio das instalações da Marinha, com o intuito de preparar os seus elementos para situações de catástrofe em que é necessário prestar apoio humanitário. Estes exercícios simulam contextos semelhantes àqueles para os quais a aplicação móvel [THEMIS](#) foi projetada, pelo que os seus intervenientes constituem os potenciais utilizadores da aplicação móvel [THEMIS](#). O aproveitamento de alguma simbologia utilizada nestas simulações prende-se não só com a pertinência que esta apresenta para o contexto da aplicação móvel [THEMIS](#), mas também pela familiarização que os seus potenciais utilizadores já têm com a mesma. Uma vez que as equipas móveis existentes são essencialmente as mesmas, para representar as diversas equipas de operação na aplicação móvel [THEMIS](#) foi utilizada a simbologia que representa cada uma das equipas nos exercícios [DISTEX](#).

Para além disso, outros símbolos adotados nos exercícios [DISTEX](#) foram adaptados, tais como alguns pontos de interesse ou infraestruturas. Contudo, a simbologia desenvolvida não se restringiu à existente nos exercícios [DISTEX](#). Apesar da simbologia desenvolvida no âmbito destes exercícios apenas contemplar as ocorrências simuladas nos exercícios, pretende-se que a aplicação móvel [THEMIS](#) tenha uma simbologia própria.

A partir da análise do trabalho relacionado sobre a matéria (2.3) foi desenvolvido um modelo simbólico para representação das várias ocorrências inerentes às operações do projeto THEMIS.

Optou-se por distinguir, através da simbologia criada, as distintas categorias que dividem as ocorrências. Tais diferenças verificam-se ao nível da forma geométrica que alberga o símbolo e a sua cor de fundo. Para além disso, cada elemento simbólico contém um ícone que distingue cada tipo de ocorrência, de acordo com a categoria a que pertence. Estes ícones foram sobretudo adaptados a partir da simbologia dos exercícios DISTEX e da simbologia fornecida pelo OCHA, tendo-se também recorrido a algumas fontes alternativas.^{12,13}

Os pontos de interesse correspondem a locais operacionais e foram-lhe atribuídas formas circulares. A cor de preenchimento de cada ponto de interesse varia de acordo com o tipo a que correspondem uma vez que, em alguns casos, já existe uma relação estabelecida anteriormente na simbologia DISTEX entre a cor e o tipo de ponto de interesse.

Os incidentes que correspondem a perigos e os incidentes do tipo segurança são representados por um losango, o que sugere estar-se perante uma situação potencialmente perigosa, merecedora de atenção. As suas cores de preenchimento são laranja no caso dos perigos e amarelo no caso dos incidentes do tipo segurança, cores que reforçam a necessidade de cautela e alerta.

As infraestruturas são representadas por símbolos quadrados e com preenchimento de cor azul, pretendendo-se denotar que se trata de informação acerca de locais físicos previamente existentes.

Para representar cada pessoa teve-se em consideração o estado em que esta se encontra. No âmbito das operações de auxílio em emergências, as pessoas que se encontram feridas têm geralmente mais relevância do que aquelas que se encontrem numa situação estável, ou sem vida. No seguimento desta lógica, as pessoas simplesmente desalojadas ou sem vida, que tenham sido identificadas, são representadas por formas geométricas, aproximadamente quadrangulares, que remetem para a presença de dados informativos. Optou-se por arredondar os vértices para distinguir estes símbolos dos utilizados na representação das infraestruturas. De modo antagónico, as pessoas que se encontrem feridas, ou cujo estado seja desconhecido, são representadas por uma forma geométrica triangular, que sugere que se trata de um alerta. O interior dos triângulos é preenchido em concordância com o grau dos ferimentos do indivíduo, utilizando-se as cores abrangidas pela escala de *manchester*¹⁴. Para representar os indivíduos cujo estado é desconhecido ou cadáver, foram utilizadas respetivamente as cores neutras branco e preto, ao passo que, para representar desalojados foi utilizada a cor azul.

Houve também uma preocupação com a legibilidade dos símbolos, que pode estar condicionada sobretudo na vista de realidade aumentada, pelo que, com base nos resultados

¹²<https://icons8.com.br/icons>

¹³<https://www.flaticon.com/>

¹⁴<https://passevip.com.br/pulseiras-protocolo-de-manchester/>

discutidos na literatura (2.3), todos eles são compostos por contornos a preto.

A figura 5.21 apresenta a simbologia adotada pelo novo protótipo da aplicação móvel THEMIS.

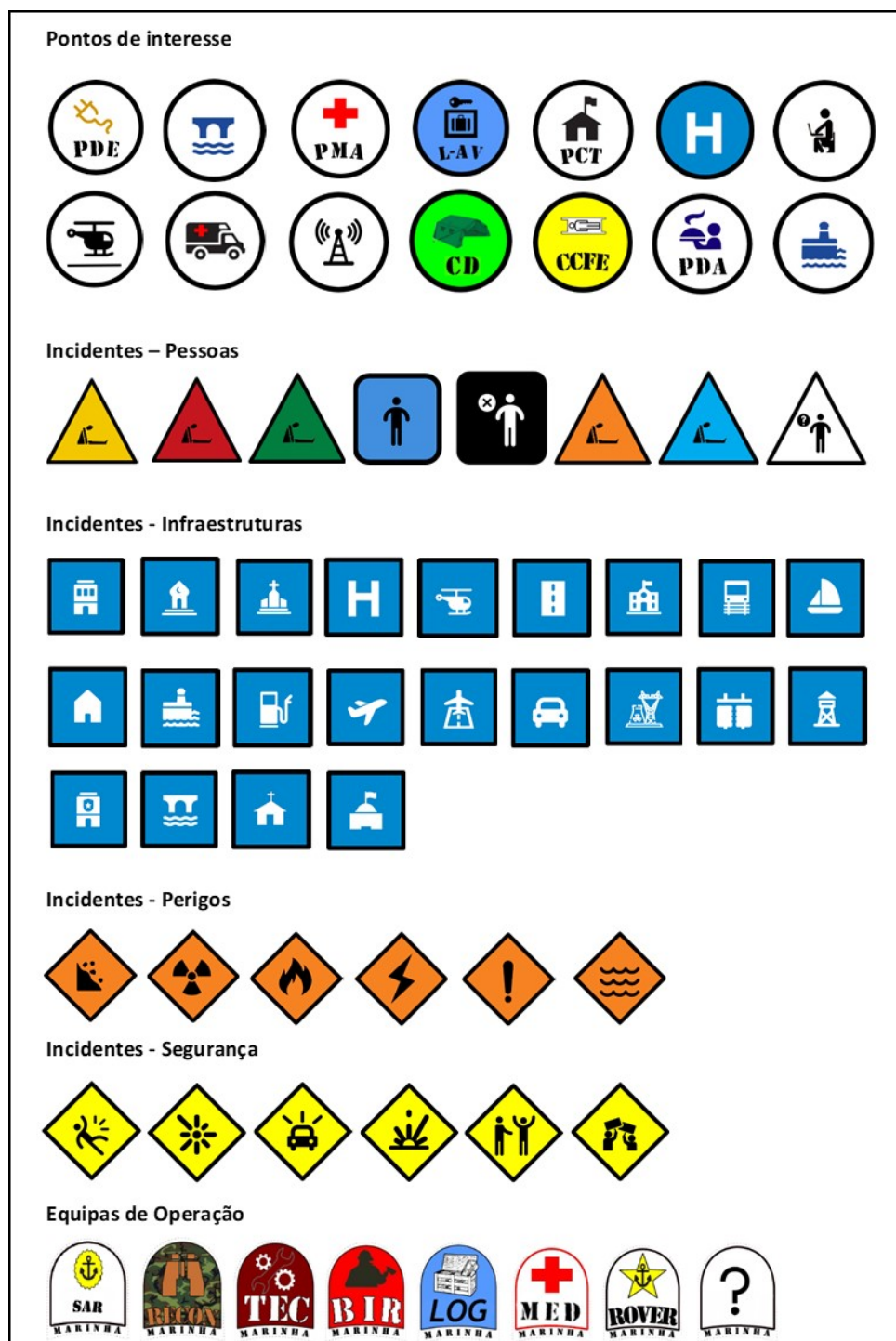


Figura 5.21: Simbologia adotada na aplicação móvel THEMIS

5.2.6 Mapeamento do Modelo de Dados da Aplicação para o Modelo JC3IEDM

A base de dados para a qual foi iniciada uma migração dos dados na reta final do trabalho desenvolvido está assente no *Joint Consultation, Command and Control Information Exchange Data Model* (JC3IEDM) ¹⁵. O JC3IEDM corresponde a um modelo extenso e complexo, desenvolvido pelo Conselho de Administração da MIP-NATO ¹⁶ (MNMB) com o intuito de permitir a interoperabilidade entre sistemas e projetos que partilhem informação C2. Este modelo pretende representar o núcleo da informação usualmente trocada entre diversas áreas e sistemas assentes no C2.

O acesso às tabelas do JC3IEDM foi disponibilizado, tal como mencionado em 5.2.2.6, através de uma API assente em pedidos HTTP, desenvolvida por uma entidade externa. A referida empresa, a Critical Software, ficou também encarregue de desenvolver a aplicação *desktop* THEMIS, cuja relevância para o projeto pode ser consultada no terceiro capítulo (3.1).

O trabalho realizado pela Critical Software não coincidiu com o início da implementação do novo protótipo da aplicação móvel THEMIS, pelo que, apenas numa fase muito adiantada do trabalho realizado foi possível, primeiramente, aceder à API desenvolvida, e posteriormente, estabelecer contacto efetivo com a designada empresa, a fim de se promover um mapeamento dos dados coerente com as características do modelo JC3IEDM, mas, sobretudo, coerente com o mapeamento utilizado na aplicação *desktop*. De notar, ainda, os problemas encontrados na configuração da API no projeto, que só foram resolvidos poucos dias antes do prazo final para entrega da dissertação. Até então, assistiu-se a incompatibilidades entre o Android Studio e algumas das bibliotecas fornecidas, pelo que a utilização da API apenas era alcançada através de testes unitários.

O diagrama exibido na figura 5.22 provém do trabalho desenvolvido na compreensão do modelo JC3IEDM e apresenta uma versão simplificada da sua estrutura de dados, onde apenas são exibidas as tabelas e campos relevantes para o contexto do projeto THEMIS. O diagrama ilustrado corresponde apenas a uma representação intermédia das tabelas e campos necessários, uma vez que o trabalho de modelação realizado até ao final da presente dissertação não ficou concluído.

Para complementar o diagrama ilustrado pela figura 5.22 é apresentada uma explicação relativa à transposição do modelo de dados proposto para alocar os dados provenientes da aplicação móvel THEMIS (5.2.1) para o modelo JC3IEDM:

- **Operation** - A operação corresponde a uma ACTION-EVENT, que é uma ramificação da entidade ACTION. O nome da operação pode ser armazenado no campo *action-name-text* existente ao nível da ACTION. Para se armazenar os limites geográficos da área retangular de operação, recorre-se à entidade ACTION-LOCATION que estabelece uma ligação entre uma coordenada geográfica e uma ação. Neste caso é

¹⁵<https://en.wikipedia.org/wiki/JC3IEDM>

¹⁶https://en.wikipedia.org/wiki/Multilateral_Interoperability_Programme

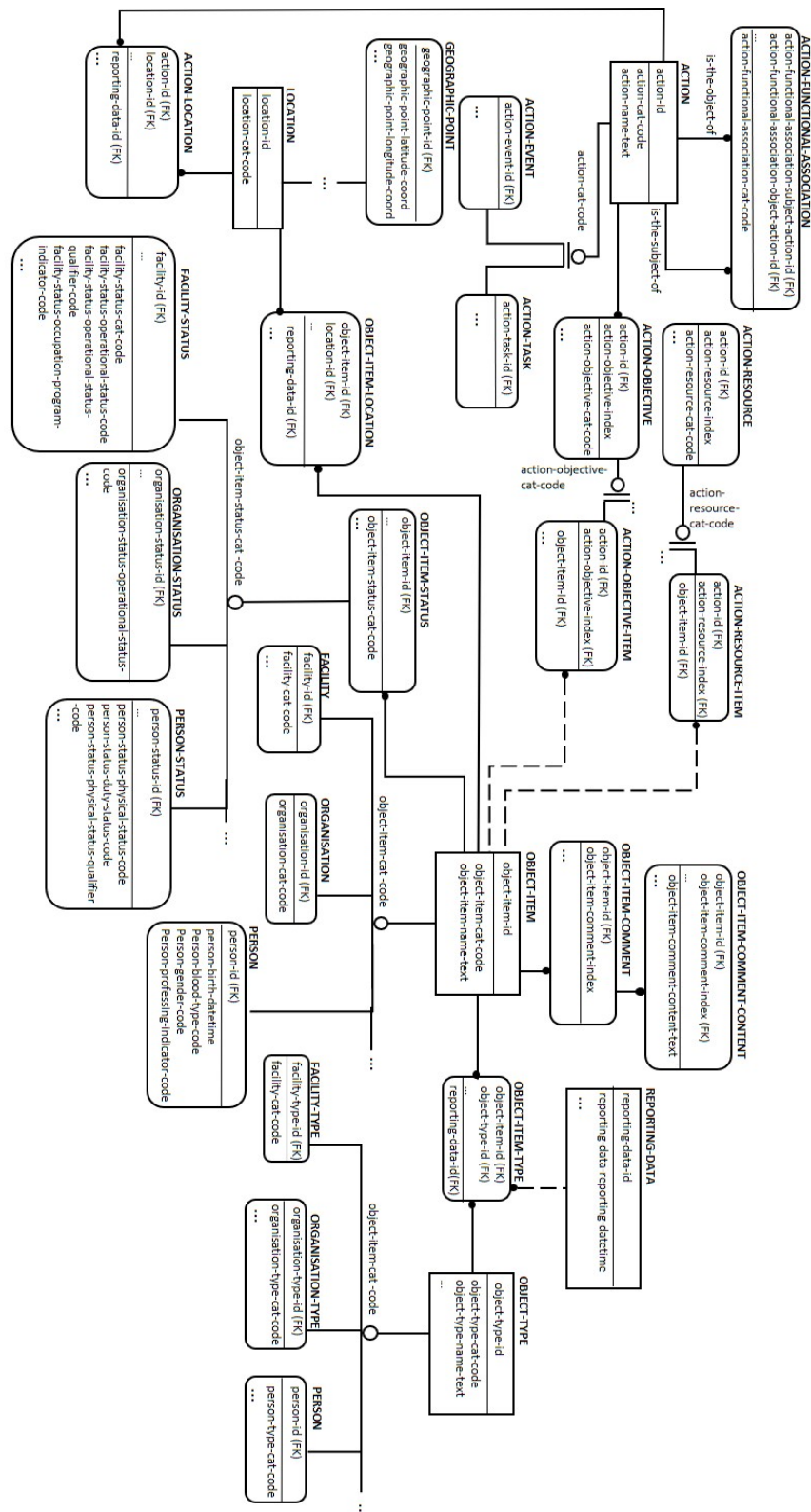


Figura 5.22: Representação intermédia da estrutura de dados utilizada pelo projeto **THE-MIS** a partir do modelo JC3IEDM

necessário associar dois pontos geográficos à ação, um relativo ao canto superior esquerdo da área e outro que corresponde ao canto inferior direito. É possível ainda definir os recursos (equipas) da operação recorrendo ao *ACTION-RESOURCE*. Esta entidade permite associar uma ação (operação) a uma equipa de operação, podendo haver várias associações entre a operação e cada uma das equipas destacadas para atuar na operação.

- **Team, Point of Interest, Person, Infrastructure** - as equipas, os pontos de interesse e os incidentes, sendo que as categorias dos incidentes mapeadas até então foram as pessoas e infraestruturas, correspondem às ocorrências que podem co-existir no decorrer de uma operação. Ao nível do *JC3IEDM* existe uma entidade genérica, *OBJECT-ITEM*, que armazena cada uma das ocorrências e lhes atribui um código consoante a categoria a que correspondem. Caso se esteja perante uma equipa, a categoria será *ORGANISATION*, perante uma pessoa será *PERSON*, sendo que um *POI* ou infraestrutura corresponde a uma *FACILITY*. A entidade *OBJECT-ITEM* é importante também porque se relaciona com outras entidades relevantes, tais como a *OBJECT-TYPE*, onde estão armazenados os tipos de cada ocorrência, de acordo com a categoria a que a ocorrência pertence. Para além disso, a partir do *id* da ocorrência armazenado ao nível do *OBJECT-ITEM* é possível fazer uso de outras tabelas, tais como a *OBJECT-ITEM-COMMENT-CONTENT*, onde é adicionada a descrição da ocorrência, ou a *LOCATION*, que permite associar à ocorrência uma coordenada geográfica, ou até mesmo a *OBJECT-ITEM-STATUS* que, consoante a categoria da ocorrência, fornece tabelas com campos onde pode ser armazenada alguma informação relevante. Para distinguir um ponto de interesse de uma infraestrutura, por exemplo, e uma vez que ambas correspondem a *facilities*, existe um campo ao nível do *OBJECT-ITEM-STATUS*, o *facility-status-occupation-program-indicator-code*, que permite distinguir estes dois conceitos, sendo que apenas os pontos de interesse têm um programa de ocupação associado.
- **Order** - as ordens correspondem à atribuição de uma ou mais tarefas a uma equipa de operação. No diagrama apresentado, apenas constam tabelas que permitem a execução de tarefas por parte de uma equipa de operação, sem que estas estejam associadas a uma ordem concreta. A designação de uma tarefa é assegurada pela *ACTION-TASK*, que, tal como a *ACTION-EVENT*, também consiste numa ramificação da *ACTION*. A *ACTION*, neste caso, armazena a descrição da tarefa a executar, ao passo que a entidade *ACTION-OBJECTIVE* permite que sejam definidos os objetivos da tarefa, que correspondem a instâncias da entidade *OBJECT-ITEM*.

5.2.7 Otimizações do Funcionamento da Aplicação

Paralelamente ao trabalho referido nas secções anteriores, houve outros contributos que se focaram em melhorar o funcionamento da aplicação e a legibilidade do código desenvolvido. Os contributos mais importantes são descritos em seguida:

- Organização das classes segundo o paradigma da programação orientada aos objetos. Um dos primeiros passos do trabalho desenvolvido foi reorganizar as classes existentes até então, promovendo a herança e polimorfismo associados à linguagem Java. Criaram-se classes abstratas associadas à inserção, visualização dos detalhes, edição e remoção de dados, que foram estendidas pelas classes concretas correspondentes a cada uma das categorias existentes (pontos de interesse, incidentes do tipo pessoa, infraestrutura, segurança e perigo e equipas de operação). Para além disso, outras classes abstratas, com métodos que concretizam comportamentos partilhados por mais do que uma classe da aplicação, foram introduzidas, simplificando uma vez mais a legibilidade do código e evitando a sua repetição desnecessária.
- Introdução da política *retry*. O novo protótipo funcional assenta numa política que experimenta o reenvio de pedidos ao servidor em caso de haver alguma falha. Este comportamento permite à aplicação lidar com falhas transientes, que se caracterizam por não se repetirem permanentemente.
- Atualizações periódicas dos dados. Para que deixasse de ser necessário sair e voltar a entrar nas páginas ou pedir manualmente que as mesmas fossem recarregadas, foi desenvolvido um processo de atualização periódico e automático dos dados, que consiste em novos pedidos ao servidor. O intervalo de tempo entre atualizações automáticas dos dados pode ser configurado na página das definições da aplicação.
- Otimização dos processos para lidar com falhas na rede. No anterior protótipo verificavam-se problemas quando o utilizador tentava inserir dados aquando da existência de falhas na rede, forçando o fecho inesperado da aplicação, o que já não sucede na nova versão do protótipo.
- Monitorização da precisão da localização do utilizador e opção para ignorar atualizações com baixa precisão. Os resultados das avaliações intermédias de 22 de março revelaram anomalias ao nível da precisão da localização atual dos utilizadores. Estes problemas afetaram a correta perceção das ocorrências representadas, uma vez que, ocasionalmente, a localização do utilizador apresentava erros superiores a dez metros. Para colmatar esta limitação, foi primeiramente oferecido ao utilizador informação acerca da precisão estimada para cada localização recebida. Este valor pode ser obtido através da API do Google Maps. Para além disso, foi fornecida uma opção que permite ao utilizador ignorar todas as localizações obtidas com precisão estimada inferior a dez metros. Desta forma, em troca de uma possível menor

frequência de atualização da localização, consegue-se obter uma maior coerência dos dados obtidos.

- Reformulação da localização atual enviada para o servidor. O envio periódico, por parte de cada equipa, através da aplicação, da sua localização atual para os servidores, permite, não só difundir esta informação até aos restantes intervenientes, mas também que estes calculem o trajeto realizado por cada uma das equipas. O cálculo do trajeto presente no protótipo anterior, embora preciso, não atua no sentido de evitar o ruído existente. Na nova aplicação móvel, é possível definir uma opção que, sempre que é obtida uma nova localização com precisão baixa, ou que a deslocação do utilizador face à atualização anterior seja desprezável, reencaminha para o servidor a última localização enviada anteriormente, ignorando a atualização mais recente. Esta opção reduz a probabilidade do trajeto da equipa, calculado a partir de todos os pontos geográficos existentes sobre a equipa no servidor, poder ser composto por pontos pouco adequados.
- Base de dados intrínseca à aplicação. Um método para combater as dificuldades de comunicação, que por vezes se podem fazer sentir em contexto real, consiste na introdução de uma base de dados intrínseca à aplicação móvel, que armazena uma nova versão dos dados sempre que ocorre uma nova consulta à base de dados remota. Esta otimização consistiu numa sugestão pessoal e, não estando prevista nos requisitos da aplicação, não foi considerada como prioritária, pelo que não foi concluída a tempo de ser testada.

AVALIAÇÕES COM UTILIZADORES

Neste capítulo são descritos os moldes em que decorreram as avaliações ao produto desenvolvido (6.1), assim como, os resultados obtidos em cada uma dessas avaliações.

6.1 Aspetos Gerais dos Testes de Usabilidade

Durante o processo de desenvolvimento da aplicação foram realizados dois testes de usabilidade, um preliminar, a 16 de novembro de 2018 e outro, intermédio, a 22 de março de 2019, tendo havido posteriormente as avaliações finais, que, por conterem mais utilizadores, decorreram em 3 datas distintas, entre 22 e 31 de maio. As avaliações preliminares e intermédias serviram, sobretudo, para fazer um ponto de situação do trabalho desenvolvido até então e ajustar as prioridades de desenho e implementação. As avaliações finais, por sua vez, visaram uma apreciação mais detalhada do trabalho desenvolvido, tendo sido dado um grande ênfase às técnicas de realidade aumentada introduzidas.

Em todas as avaliações foi fornecido um guião aos participantes no qual constava um conjunto de tarefas a serem executadas. No final da realização das tarefas, seguiram-se sempre algumas perguntas sobre a experiência de utilização, que no caso dos testes de novembro foram realizadas oralmente, enquanto que nas posteriores avaliações se recorreu ao uso de questionários. Quer os guiões dos três testes de usabilidade, quer os respetivos questionários, nos últimos dois casos, podem ser encontrados nos anexos presentes no final do documento. A realização das tarefas foi acompanhada por um observador, que anotava os comentários e dificuldades sentidas pelos utilizadores. Todos os testes de usabilidade se realizaram nas instalações da base militar do Alfeite, sendo que todos os participantes que testaram o protótipo em cada um dos testes são cadetes da Escola Naval e já haviam participado anteriormente em pelo menos um exercício de

emergência com contornos idênticos aos abordados no projeto **THEMIS**.

De referir, contudo, que embora os participantes dos testes de usabilidade tivessem já alguma experiência em exercícios de emergência, não eram profundos conhecedores dos requisitos do projeto **THEMIS**, pelo que os referidos testes se focaram mais na usabilidade e adequação das funcionalidades existentes no que às tarefas pré-estabelecidas diz respeito e não tanto numa análise da conveniência que o produto apresenta para a globalidade do projeto. Assim sendo, os requisitos que o protótipo deve cumprir foram totalmente definidos com base nos aspetos referidos no quarto capítulo (4.1.2).

6.2 Testes de Usabilidade Preliminares

Os testes de usabilidade realizados no dia 16 de novembro de 2018 tiveram um cariz introdutório e pretendiam avaliar e recolher informações acerca do protótipo funcional existente anteriormente à presente dissertação, servindo de complemento aos resultados obtidos por Raquel Lucas no seu trabalho de mestrado de dissertação [4.1.1]. Para realizar estes testes de usabilidade, foram destacados três alunos da escola naval da base do Alfeite, com idades compreendidas entre os 18 e os 24 anos, todos do sexo masculino. Um dos participantes, aluno do quarto ano do Mestrado Integrado em Ciências Militares Navais, tinha participado até à data em três exercícios Tróia ¹, que correspondem a exercícios organizados pela Marinha Portuguesa com o intuito de simular situações de emergência. Os dois restantes utilizadores também já haviam participado num exercício Tróia.

Antes de se proceder aos testes de usabilidade, que consistiram na realização de algumas tarefas pré-definidas, foi feita uma breve explicação acerca do cenário de testes e do que se pretendia durante o decorrer dos mesmos.

Não estando previsto, para estas avaliações preliminares, obter com total precisão a taxa de sucesso de cada tarefa, mas antes recolher informações sobre as principais limitações da aplicação, foi possível aos participantes desempenharem as suas tarefas em simultâneo, sendo que o observador, coadjuvado por outros membros da Marinha, acompanhou, alternadamente, cada um dos participantes, que se encontravam a desempenhar as suas tarefas próximos uns dos outros, tendo anotado as principais dificuldades encontradas na execução das mesmas. No final das demonstrações houve ainda um questionário oral, em que os utilizadores expuseram os pontos positivos e negativos da sua experiência.

Cada um dos participantes utilizou um dispositivo móvel distinto para completar as tarefas, de entre os quais um Sony Xperia G3221, um *tablet* Samsung Galaxy Note 10.1 2014 Edition e um Wiko WIM Lite.

Os principais aspetos a ter em conta com base nas tarefas realizadas e na apreciação final dos utilizadores encontram-se descritos em seguida:

¹https://escolanaval.marinha.pt/pt/ensino_web/avidacomocadete_web/Paginas/exercicioscampo.aspx

- Interface incompatível para diferentes dispositivos. A interface do protótipo apenas se ajustou ao *tablet* utilizado, sendo que nos restantes dispositivos o conteúdo apareceu desformatado.
- Interface pouco adequada. A interface gráfica permitia a conclusão de todas as tarefas definidas, porém, notou-se algum desconforto na sua utilização durante a execução das tarefas. Os participantes, incluindo o que fez uso do *tablet*, tiveram por diversas vezes dificuldades em completar as tarefas à primeira tentativa, tendo todos sido unânimes em concordar que a interface poderia estar mais otimizada.
- Necessidade de recarregar a página para receber atualizações dos dados. Enquanto o utilizador permanecesse na mesma página, os dados permaneciam imutáveis, mesmo que tivessem havido atualizações por parte dos outros utilizadores. Tal deve-se ao facto de não haver um sistema de atualização periódica e automática dos dados provenientes da base de dados.
- Precisão da localização do utilizador não é a mais apropriada, o que conduz a erros na determinação da sua localização espacial.
- Dificuldades em encontrar ocorrências na vista de realidade aumentada, uma vez que por vezes é necessário mover o dispositivo verticalmente para que as ocorrências sejam localizadas, enquanto que, outras vezes, estas encontram-se sobrepostas.
- Problemas ao concluir a inserção de um incidente. Tal deve-se ao facto de ter havido uma falha de rede, e da aplicação não estar preparada para lidar com falhas ao nível da comunicação, despoletando um erro perante tal situação.
- As fotos adicionadas pela aplicação são apenas visíveis pelos utilizadores que as adicionaram. A razão pela qual esta limitação existe prende-se com o facto da aplicação manusear o caminho da localização interna das fotografias na aplicação em vez de utilizar o seu real conteúdo.

6.3 Testes de Usabilidade Intermédios

As avaliações realizadas no dia 22 de março, consistiram num processo mais formal do que as anteriores. Nestas avaliações o objetivo foi avaliar o desenho e implementação dos novos *layouts* e funcionalidades desenvolvidos até então. Para estes novos testes, cinco elementos da Marinha Portuguesa, com idades entre os 19 e 24 anos (média: 20.2, DP: 1.94), todos masculinos e com experiência em exercícios de simulação de emergências, participaram nos testes de usabilidade. O dispositivo utilizado foi um Sony Xperia G3221 (Android 8.0.0) e, em média, cada sessão de teste teve uma duração aproximada de 30 minutos, sendo necessários mais 15, entre cada sessão, para reinicialização da base de dados.

Antes dos testes se iniciarem, foi fornecida uma breve explicação do cenário, tarefas a serem realizadas, assim como dos objetivos propostos. As cinco sessões de teste realizadas dividiram-se em duas partes distintas, cada uma desempenhada por um participante diferente. Para que pudessem ser completadas todas as tarefas por cada um dos participantes, cada um deles participou em duas sessões de teste, desempenhando diferentes funções em cada uma delas.

Cada sessão de teste começou com a intervenção de um participante a representar uma equipa de reconhecimento (**RECON**). Este tipo de equipas é principalmente responsável pelo relato de ocorrências no local em que a operação tem lugar. Como tal, as tarefas a executar, nesta primeira parte de cada sessão de testes, serviram essencialmente o propósito de testar a inserção de dados (pontos de interesse e incidentes) na aplicação, assim como verificar a usabilidade da aplicação e a utilidade que esta apresenta em tarefas de reconhecimento.

A segunda parte de cada sessão de teste foi desempenhada por um participante que assumiu o papel de membro de uma equipa de busca e salvamento (**SAR**). Foi solicitado a este utilizador que procurasse na aplicação por pontos de interesse e incidentes já inseridos anteriormente pelo membro da equipa de **RECON** na primeira parte da sessão de testes. Para além disso, foi-lhe pedido que encontrasse a mesma informação nas vistas de mapa e de realidade aumentada. Estas duas opções de visualização foram também utilizadas para auxiliar o utilizador na deslocação até aos referidos pontos.

Durante as sessões de teste, os utilizadores foram encorajados a pensar em voz alta, partilhando as suas sensações e pensamentos.

A figura 6.1 mostra um participante a realizar uma sessão de teste.



Figura 6.1: Participante a realizar teste de usabilidade

6.3.1 Taxa de Sucesso das Tarefas e Questionários

Para quantificar a taxa de sucesso dos testes de usabilidade foi atribuída uma pontuação a cada uma das tarefas desempenhadas pelos participantes. As tarefas concluídas sem dificuldades e à primeira tentativa receberam a pontuação máxima, 1, enquanto que aquelas que não foram completadas com sucesso receberam o valor mínimo, 0. Às tarefas concluídas com sucesso, mas apenas após algumas tentativas, foi atribuído um valor intermédio, 0.5. A média das pontuações obtidas serviu para estabelecer a taxa de sucesso de cada tarefa.

No final das sessões de teste, os participantes responderam a dois questionários. Um dos questionários corresponde ao *System Usability Scale (SUS)* [Brooke 1996], que consiste numa escala de simples administração, utilizada pelos participantes de modo a medir a usabilidade do sistema, enquanto que o outro, o *User Experience Questionnaire (UEQ)*, mede a experiência do utilizador em produtos interativos e é constituído por pares de opostos relativos às propriedades do produto. Concretamente, o questionário UEQ centra-se na avaliação de 6 características do produto, as quais são [Cota et al. 2014]:

- **Atratividade** – impressão geral sobre o produto. Terão os utilizadores gostado ou desgostado do produto?
- **Transparência** – é fácil de compreender como utilizar o produto? É fácil de se ficar familiarizado com o produto?
- **Eficiência** – é possível utilizar o produto rápida e eficazmente? A interface está organizada?
- **Controlo** – o utilizador sente que tem o controlo da interação? É a interação com o produto segura e previsível?
- **Estimulação** – o produto é interessante e excitante de se usar? O utilizador sente-se motivado para uma posterior utilização do produto?
- **Inovação** – o produto capta a atenção do utilizador?

Para além disso, algumas perguntas adicionais foram acrescentadas para se obter a opinião dos participantes acerca das principais funcionalidades da aplicação. Quer as questões contidas no questionário SUS, quer as questões presentes nas perguntas adicionais tiveram por base a utilização de uma escala Likert, a variar entre os valores inteiros 1 (totalmente em desacordo) e 5 (totalmente de acordo).

6.3.2 Resultados

A taxa de sucesso (%) na execução das tarefas realizadas pelos participantes estão representados na tabela 6.1.

Tabela 6.1: Taxa de sucesso (%) das tarefas nos testes intermédios

Tarefa	Total
Parte 1 (RECON)	
1.1 Iniciar sessão	100
1.2 Explorar opções do menu lateral da aplicação	90
1.3 Identificar posição atual	60
2.1 Aceder à lista de ordens da aplicação	100
2.2 Aceitar ordem	100
3.1 Inserir POI	80
3.2 Inserir incidentes	100
Parte 2 (SAR)	
1.1 Iniciar sessão	100
2.1 Identificar POI e incidentes na vista de mapa	90
2.2 Alterar definições na vista de mapa	80
3.1 Aceitar ordem	100
4.1 Filtrar dados na página de incidentes	90
4.2 Pesquisar dados na página de incidentes	100
5.1 Encontrar ferido no mapa	100
6.1 Editar informações de ferido	100
7.1 Identificar objetos na vista de RA	80
7.2 Abrir detalhes do objeto na vista de RA	100
7.3 Identificar pontos no radar	100
7.4 Identificar pontos agregados	30
7.5 Deslocar-se na vista de RA	30
8.1 Concluir Ordem	90

A maioria das tarefas foram desempenhadas sem qualquer dificuldade. Ainda assim, uma dificuldade observada verificou-se na execução da tarefa 1.3 (Parte 1), na qual dois dos participantes não conseguiram identificar o local onde se localizavam as notificações relativas à atualização da posição atual. Outra das limitações deveu-se aos serviços de localização fornecidos pela API da Google, utilizados nas vistas de mapa e realidade aumentada, que nem sempre disponibilizaram informação suficientemente precisa durante os testes, verificando-se por vezes uma distorção da localização atual do utilizador, o que condicionou a realização das tarefas 7.4 e 7.5 (Parte 2). Não obstante, todas as tarefas a serem desempenhadas na vista de mapa foram completadas com sucesso em todas as sessões de teste. Em duas sessões de teste a precisão da localização encontrava-se mais estável e os utilizadores conseguiram interagir com maior facilidade com os *clusters* de dados existentes e também navegar com a ajuda da vista de RA. As restantes tarefas cuja taxa de sucesso total não foi máxima, tiveram a ver com a necessidade de alguns utilizadores refletir durante alguns instantes e experimentarem algumas interações antes de se sentirem confortáveis para concluir a tarefa, pelo que nestes casos, embora tenham conseguido concluir a tarefa, apenas receberam metade da cotação (0.5).

Durante a realização das tarefas, dois dos participantes comentaram que o método

para inserção e inserção de fotografias não era muito evidente, enquanto outro sugeriu, relativamente à agregação de pontos concentrados na mesma região, na vista de RA, que os pontos expandidos não deveriam obrigatoriamente reagrupar-se após alguns segundos, uma vez que não é prático ser forçado a pressionar repetidamente o objeto de agregação para observar o seu conteúdo, sobretudo quando o utilizador pretende deslocar-se até uma das ocorrências nele contidas.

A pontuação média obtida nos questionários SUS, de acordo com as fórmulas sugeridas por trabalhos realizados na matéria [Brooke 1996], foi, tal como é exibido na figura 6.2a, de 76.4 pontos, numa escala de 0 a 100, o que é positivo, mas suscetível a melhorias, sobretudo no que diz respeito à confiança que o utilizador sente durante a utilização da aplicação, que foi o aspeto com piores resultados (a soma das pontuações dos 5 utilizadores à nona questão foi igual a 12 em 20 possíveis, o que corresponde a apenas 60% da cotação).

Os resultados dos questionários UEQ são também positivos e podem ser consultados na figura 6.3a. Os piores resultados, embora ainda bastante satisfatórios, deram-se ao nível da eficiência e do controlo.

No que diz respeito às perguntas adicionais, apesar das limitações ao nível da precisão da localização do utilizador, a resposta média dos utilizadores foi de 4.0 quando questionados acerca da facilidade com que conseguiram operar a vista de realidade aumentada e de 4.2 quando classificaram a afirmação "Considero que a vista de RA revelou ser uma mais valia enquanto complemento à vista de mapa". Os resultados das respostas às perguntas adicionais podem ser consultados na tabela 6.2.

Tabela 6.2: Resultados das respostas às questões adicionais nos testes intermédios

Questão	Média	Desvio Padrão
1. Considero que a aplicação ajustou-se corretamente ao dispositivo que utilizei	4.2	0.4
2. Considero que a simbologia utilizada foi fácil de interpretar	4.4	0.8
3. Considero que a vista de realidade aumentada foi fácil de manusear	4	0.89
4. Considero que a vista de RA revelou ser uma mais valia enquanto complemento à vista de mapa	4.2	0.75

Globalmente, as respostas aos questionários SUS e UEQ ajudaram a identificar os aspetos gerais a melhorar, tais como, a organização da interface da aplicação, que poderia ser mais simples e eficiente, assim como a necessidade que se impõe em fazer o utilizador sentir que tem um maior controlo da aplicação.

A análise da taxa de sucesso na execução de cada tarefa, as questões adicionais e os comentários fornecidos pelos participantes, por sua vez, ajudaram a perceber concretamente quais os *layouts* e funcionalidades que auferem de uma maior prioridade no seu ajuste, sendo que otimizações na vista de realidade aumentada e uma metodologia para fazer frente à periódica instabilidade dos serviços de localização consistem nos aspetos

mais relevantes. Em alguns outros casos, estima-se que a dificuldade na interpretação do guião possa ter conduzido também aos entraves verificados na realização de algumas tarefas, pelo que para as avaliações finais se procedeu ao seu ajuste gramatical.

6.4 Testes de Usabilidade Finais

A metodologia utilizada na condução dos testes de usabilidade finais, assim como a estrutura dos guiões e questionários utilizados foi em tudo idêntica à utilizada nos testes de usabilidade intermédios (6.3). As únicas diferenças encontram-se ao nível de algumas das tarefas contidas nos guiões e da introdução de mais questões nos questionários pós-testes. No guião dos testes de usabilidade finais houve maior incidência nas funcionalidades e técnicas de visualização presentes na vista de RA em detrimento de algumas tarefas que, não sendo fulcrais para o desenrolar da ação, pretendiam avaliar interfaces e funcionalidades que não sofreram mudanças significativas desde as avaliações anteriores. Em relação às questões adicionais, foram inseridas mais perguntas, sobretudo para aferir a experiência de utilização da vista de RA. Foi adicionado também um questionário com o intuito de compreender se a simbologia criada no decorrer do trabalho de desenvolvimento é fácil de interpretar, uma vez que os testes de usabilidade não são suficientes para que toda a simbologia existente seja analisada.

Dez participantes (9 masculinos e 1 feminino) com idades compreendidas entre os 19 e 24 anos (média: 20.5, DP: 1.57) realizaram as tarefas propostas e responderam aos questionários. Quatro participantes já haviam testado o protótipo nas avaliações de março, enquanto que os restantes seis utilizaram a aplicação pela primeira vez. O dispositivo utilizado foi um *tablet* Samsung Galaxy Note 10.1 2014 Edition.

6.4.1 Análise dos Resultados

As avaliações finais, realizadas no final de maio, permitiram recolher um conjunto interessante de dados que são analisados nas próximas subsecções. Pretende-se aferir se houve progressos desde os testes de usabilidade anteriores, mas, sobretudo, compreender se o trabalho desenvolvido durante a presente dissertação atingiu resultados satisfatórios.

6.4.1.1 Taxa de Sucesso das Tarefas

A taxa de sucesso dos participantes na realização das tarefas dos testes de usabilidade finais estão expostos na tabela 6.3. De realçar a distinção efetuada entre os utilizadores repetentes (coluna "2ª Vez") e os que se encontravam a utilizar a aplicação pela primeira vez (coluna "1ª Vez"), com o objetivo de compreender se esta condição é relevante para a execução das tarefas estabelecidas.

Começando por analisar os resultados dos utilizadores repetentes, é possível notar que estes completaram praticamente todas as tarefas sem qualquer dificuldade. Apenas em três tarefas se verificou que um dos quatro utilizadores necessitou de alguma reflexão

Tabela 6.3: Taxa de sucesso (%) das tarefas nos testes finais

Tarefa	1ª Vez	2ª Vez	Total
Parte 1 (RECON)			
1.1 Iniciar sessão	100	100	100
1.2 Explorar opções do menu lateral	91.7	87.5	90
1.3 Identificar posição atual	91.7	100	95
2.1 Config. precisão da localização	-	-	-
3.1 Aceitar ordem através da vista de mapa	91.7	100	95
3.2 Alterar definições do mapa	83.3	100	90
3.3 Identificar ocorrências no mapa	100	100	100
4.1 Reportar POI a partir de menu lateral	75	100	85
4.2 Reportar incidente a partir de vista de mapa	91.7	100	95
Parte 2 (SAR)			
1.1 Iniciar sessão	100	100	100
2.1 Pesquisar lista de ordens	100	100	100
2.2 Pesquisar incidentes	83.3	87.5	85
3.1 Aceder aos detalhes de um incidente	100	100	100
4.1 Introduzir vista de RA	100	100	100
4.2 Localizar ocorrência na vista de RA	100	100	100
4.3 Ativar indicador de objetivo	91.7	100	95
4.4 Localizar ocorrência em <i>cluster</i>	100	100	100
4.5 Localizar ocorrência através de algoritmo de <i>cluster</i> alternativo	100	100	100
4.6 Localizar ocorrência sem utilização de <i>clusters</i>	100	100	100
4.7 Destacar ocorrências (aplicação automática de diferentes opacidades)	100	100	100
4.8 Filtrar ocorrências na vista de RA	100	100	100
4.9 Marcar ocorrência e aceder aos detalhes na vista de RA	100	100	100
4.10 Navegar através da vista de RA	100	100	100
5.1 Aceder aos detalhes de ordem	100	100	100
5.2 Concluir ordem	100	100	100
6.1 Navegar livremente	100	100	100
6.2 Consultar percurso realizado	100	100	100
7.1 Editar ocorrência	75	87.5	80

antes de executar a tarefa corretamente, sendo que nenhuma das tarefas ficou por concluir por nenhum dos utilizadores. Em relação aos utilizadores que testaram a aplicação pela primeira vez, houve no total nove tarefas nas quais pelo menos um dos seis utilizadores sentiu dificuldades, no entanto, e ao contrário do que sucedera nos testes de usabilidade intermédios de março (6.3.2), não houve nenhuma tarefa com uma taxa de sucesso inferior a 75%. Para tal contribuiu a maior estabilidade da precisão da localização do utilizador, ainda que a aplicação apresentasse, nesta última versão, uma solução para o caso do problema se repetir, contemplada na tarefa 2.1 (Parte 1), o que não se veio a suceder, pelo

que a referida tarefa também não foi realizada pelos participantes. As otimizações na vista de realidade aumentada, as pequenas adaptações realizadas ao nível da interface e os ajustes linguísticos no guião utilizado também terão contribuído para a melhoria dos resultados obtidos.

De assinalar também as respostas dos utilizadores após concluírem as tarefas "4.1" e "4.2" (Parte 1), quando questionados oralmente qual dos métodos de inserção de dados preferiram, sendo que todos eles mencionaram ser mais simples e prático reportar ocorrências através da vista de mapa ("4.2").

6.4.1.2 Resultados do Questionário SUS

A pontuação obtida nos resultados do questionário SUS foi de 82%, o que consiste numa melhoria de 5.5 pontos percentuais face aos resultados obtidos nas avaliações anteriores. As diferenças entre os utilizadores repetentes e os iniciantes foi de apenas 0.75 pontos percentuais, pelo que, para este questionário, esta condicionante foi desprezada, tendo-se agrupado a totalidade da amostra. Tal como se pode observar na figura 6.2b, a questão "Q8" ("Eu achei a aplicação muito desconfortável de utilizar"), que se rege segundo uma lógica invertida, obteve a pontuação máxima de 100%, enquanto que a "Q6" ("Eu considero que existe demasiada inconsistência na aplicação") também ultrapassou os 90%, o que indica que a aplicação não causa desconforto ao utilizador e que é consistente. Em contrapartida, as perguntas "Q4" ("Eu considero que necessitaria de auxílio de um técnico para ser capaz de utilizar a aplicação") e "Q10" ("Eu necessitaria de aprender muitas coisas antes de utilizar esta aplicação") atingiram as pontuações mais baixas, tendo inclusivamente apresentado resultados inferiores aos obtidos nas avaliações de março, o que pode indiciar que a adição de novas funcionalidades desde então, sobretudo a nível da realidade aumentada, tenha acentuado a opinião dos utilizadores de que seria vantajoso obterem uma formação antes de fazerem uso da aplicação.

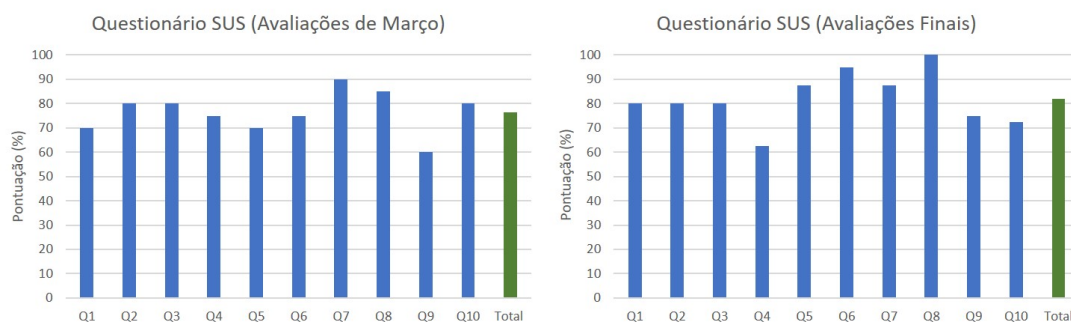


Figura 6.2: Resultados do questionário SUS nas avaliações intermédias de 22 de março (a); Resultados do questionário SUS nas avaliações finais (b)

6.4.1.3 Resultados do Questionário UEQ

No que diz respeito ao questionário **UEQ**, também se obteve, de um modo geral, resultados mais satisfatórios do que os que haviam sido alcançados anteriormente. A otimização e introdução de novas técnicas de **RA**, uma tecnologia emergente no campo das aplicações móveis, pode ter contribuído para a melhoria da característica "Estimulação", enquanto os ajustes na interface e a estabilização da precisão da localização terão levado à subida dos parâmetros relacionados com a eficiência e controlo da aplicação (Fig: 6.3).

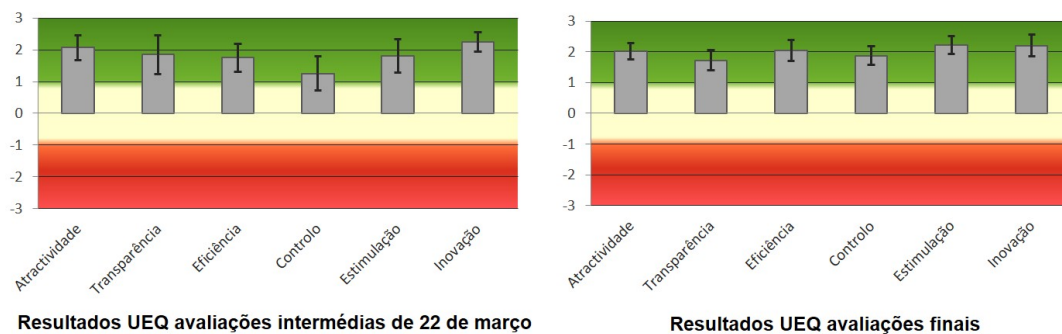


Figura 6.3: Resultados do questionário **UEQ** nas avaliações intermédias de 22 de março (a); Resultados do questionário **UEQ** nas avaliações finais (b)

Para compreender melhor a razão da subida da característica "Controlo", agruparam-se as respostas, consoante o utilizador fosse iniciante ou repetente. Os resultados estão exibidos na figura 6.4 e é notório que os utilizadores que já haviam manuseado a aplicação anteriormente (uns meses antes, durante 30 minutos) sentem um maior controlo da aplicação do que aqueles que nunca a haviam utilizado, pelo que, uma vez mais se conclui que para se atingir uma experiência ótima na utilização da aplicação, é recomendado um pequeno período de adaptação e aprendizagem inicial. A mesma ideia é corroborada pelo facto do parâmetro com o valor mais baixo do questionário **UEQ** nas avaliações finais corresponder à transparência, o que denota que pode não ser extremamente simples ficar familiarizado com o produto. Não obstante, esta característica apresenta também uma pontuação bastante positiva.

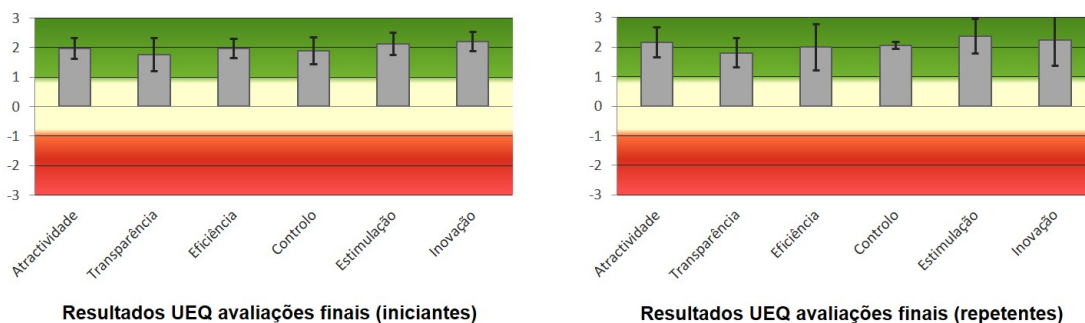


Figura 6.4: Resultados do questionário **UEQ** dos utilizadores iniciantes (a); Resultados do questionário **UEQ** dos utilizadores repetentes (b)

6.4.1.4 Resultados dos Questionários Adicionais

Nas avaliações finais foram acrescentadas 11 perguntas adicionais para além das 4 já existentes. O objetivo das novas questões visou, sobretudo, aferir a utilidade das técnicas de RA introduzidas (Tab: 6.4).

Na resposta à primeira questão, que já havia sido introduzida na avaliação anterior, embora se tenha utilizado um novo dispositivo, de maiores dimensões, voltou a verificar-se um resultado bastante positivo, o que nos indica que a aplicação se ajusta adequadamente perante diferentes dispositivos.

Tabela 6.4: Resultados das respostas às questões adicionais nos testes finais

Questão	Média	Desvio Padrão
1. Considero que a aplicação ajustou-se corretamente ao dispositivo que utilizei	4.8	0.4
2. Considero que a simbologia utilizada foi fácil de interpretar	4.3	0.64
3. Considero que a vista de realidade aumentada foi fácil de manusear	4.3	0.90
4. Considero que a vista de RA revelou ser uma mais valia enquanto complemento à vista de mapa	4.5	1.02
5. Considero que a opção na vista de RA que aplica diferentes opacidades é útil para identificar ocorrências relevantes	4.2	0.87
6. Considero que a possibilidade de marcação de uma ocorrência na vista de RA é útil	4.5	0.92
7. Considero que os clusters existentes são fáceis de interpretar	4.4	0.66
8. Considero que os clusters existentes são úteis para evitar uma grande concentração de pontos no espaço	4.6	0.49
9. Considero que a simbologia utilizada para representar os objetos virtuais na vista de RA ficou bem visível sobre o ambiente real	4.1	0.83
10. Considero que os indicadores laterais são úteis para o utilizador localizar uma ocorrência	4.6	0.49
11. Considero que a vista de mapa é claramente melhor do que a vista de realidade aumentada para identificar ocorrências	3.3	0.90
12. Considero que a vista de mapa é claramente melhor do que a vista de realidade aumentada quando pretendo apoio visual na deslocação até uma ocorrência	3.4	1.11
13. Considero viável recorrer à vista de realidade aumentada para deslocar-se até uma ocorrência	4	0.77
14. Considero que a vista de realidade aumentada é claramente melhor do que a vista de mapa para identificar ocorrências	3.4	1.02
15. Considero que a vista de realidade aumentada é claramente melhor do que a vista de mapa quando pretendo apoio visual na deslocação até uma ocorrência	3.3	1.10

Todas as respostas às questões que se relacionavam com a utilidade das técnicas de RA contempladas obtiveram uma média de respostas superior a 4 valores. Daqui pode-se concluir que as referidas técnicas consistem em opções viáveis para resolver o problema assente na dificuldade em organizar convenientemente o fluxo de dados exibidos em ambientes de realidade aumentada. Em particular, os indicadores laterais e os *clusters* foram as técnicas que apresentaram melhores resultados. No que diz respeito à técnica que aplica diferentes opacidades às ocorrências, com valores um pouco mais baixos, um dos participantes sugeriu que complementarmente a esta técnica pudesse ser introduzida uma outra que consistisse em fazer piscar as ocorrências mais relevantes.

A comparação entre as duas opções de *cluster* implementadas provém das observações que os utilizadores realizaram no decorrer das tarefas que desempenharam, sendo que todos eles foram incentivados a comentar, após utilizarem as duas técnicas de agregação, qual delas era preferível. O comportamento dos referidos algoritmos de agregação está dependente do local exato em que as ocorrências são introduzidas e em que o utilizador

se encontra, pelo que, a inserção alguns metros ao lado pode ser o suficiente para que o algoritmo calcule os *clusters* de um modo distinto. Tal fez com que os resultados obtidos pelos vários testes de usabilidade não fossem homogêneos. Enquanto que em 40% dos casos, os participantes não observaram nenhuma diferença quando trocaram de algoritmo de agregação, para os restantes 60%, 40% preferiu o algoritmo alternativo, por evitar mais eficazmente a sobreposição de dados, enquanto que os restantes 20% preferiu o algoritmo Wikitude, porque não agrega objetos excessivos. Estes dados servem para traçar uma tendência, no entanto não há dados conclusivos sobre a matéria.

Quando se compara qual das opções de visualização é mais eficiente, tanto para identificar ocorrências, como para deslocação até às mesmas, as opiniões também não são unânimes, tal como se pode verificar pelas respostas fornecidas às questões 11, 12, 14 e 15 do questionário adicional. Certos participantes consideram a vista de mapa mais adequada, enquanto outros, sentem-se mais confortáveis quando utilizam a vista de RA. O desvio padrão obtido nestas questões reforça a ideia de que houve alguma divisão nas opiniões dos utilizadores. Um dos participantes comentou que preferia a vista de mapa caso estivesse num local que conhecesse bem, enquanto que num local desconhecido a vista de RA poderia ser mais vantajosa. No geral, ainda assim, os utilizadores consideram como uma mais valia a utilização da vista de RA como complemento à vista de mapa, tendo a pontuação desta questão (4.) sido ainda mais favorável nas avaliações finais, pelo que essa é a maior conclusão que se pode retirar dos dados obtidos.

Por fim, os participantes foram também inquiridos acerca da simbologia desenvolvida durante o trabalho da dissertação. O questionário dividiu-se em seis alíneas, sendo que a primeira destinava-se a aferir se os utilizadores conseguiam distinguir os contornos da simbologia de cada tipo de ocorrência. As restantes cinco, por outro lado, tinham como objetivo perceber se os símbolos utilizados em cada um dos tipos de ocorrências eram fáceis de associar à ocorrência concreta a que correspondiam. Os resultados obtidos em cada alínea estão ilustrados na figura 6.5.

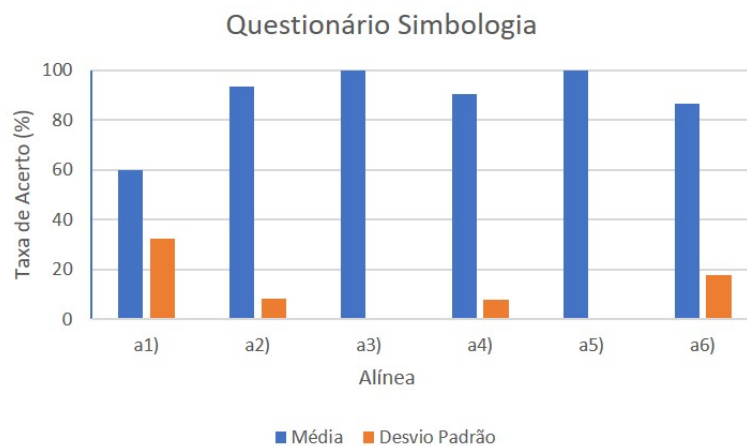


Figura 6.5: Resultados do questionário relativo à simbologia adotada

Globalmente, os resultados foram positivos, sobretudo para as alíneas em que era requerido que se fizesse corresponder os símbolos adotados às respetivas ocorrências. No caso das pessoas (alínea a3) e dos incidentes que correspondem a perigos (alínea a4) todos os participantes acertaram todas as associações abrangidas pelo questionário. Na primeira alínea (alínea a1), referente aos contornos de cada tipo de ocorrência, contudo, houve algumas imprecisões por parte de alguns dos inquiridos, que confundiram, sobretudo, os formatos dos pontos de interesse, infraestruturas e equipas de operação. Talvez seja pertinente fazer uma revisão dos formatos adotados na simbologia, ou, alternativamente, providenciar os utilizadores com uma formação ao nível da simbologia, antes de fazerem uso da aplicação móvel [THEMIS](#).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O último capítulo oferece um balanço sobre as principais conclusões ao trabalho realizado (7.1), sendo ainda sugerido trabalho futuro (7.2).

7.1 Conclusões

Os objetivos gerais da dissertação em "Técnicas de Realidade Aumentada para Emergências" consistiam no desenvolvimento de um novo protótipo funcional, mais otimizado do que aquele que existira anteriormente, que prestasse auxílio aos operacionais da Marinha Portuguesa, em situações de emergência. Propunha-se a introdução de uma nova interface e funcionalidades que fossem ao encontro dos requisitos definidos, não só à partida, como ao longo do processo de desenvolvimento. Neste contexto, a introdução de novas técnicas realidade aumentada que garantissem, por um lado, uma organização adequada dos dados exibidos neste ambiente, mas também, que as equipas de operação presentes no terreno fossem capazes de identificar com facilidade as ocorrências mais relevantes para o desempenho das suas funções, foram o objeto de estudo em maior destaque.

Ao observar os resultados obtidos nas avaliações de usabilidade conduzidas na base militar do Alfeite, é possível concluir que o novo protótipo funcional edificado alcança bons resultados no que à usabilidade do produto diz respeito. O produto é classificado como atrativo, inovador e estimulante pelos participantes, que não sentem nenhum desconforto em utilizá-lo. A taxa de sucesso na execução das tarefas propostas também apresenta valores bastante satisfatórios. Contudo, o conjunto de todos os dados recolhidos permitiu evidenciar que, para obtenção de ainda melhores resultados, é vantajoso apostar num processo de formação e aprendizagem inicial aos futuros utilizadores da aplicação móvel.

Outra conclusão que se pode retirar do trabalho desenvolvido é que as técnicas de

realidade aumentada introduzidas são úteis para o contexto em questão, devendo servir como uma ferramenta adicional de apoio de visualização de dados e não como um substituto total da vista de mapa.

É importante referir também as principais adversidades sentidas durante o decorrer do trabalho realizado. Assistiu-se a algumas limitações relativas às condições em que os testes de usabilidade decorreram, uma vez que a requisição de participantes e a entrada na base militar do Alfeite pressupõe uma logística e organização maior do que outras avaliações, cujo local escolhido é um sítio público e em que os utilizadores são pessoas arbitrárias.

Ao nível da modelação dos dados e interações pretendidas, a inexistência de requisitos completamente definidos à partida, consistiu num desafio suplementar ao trabalho desenvolvido. Este aspeto teve ainda mais relevância uma vez que não foi possível estabelecer um contacto tão próximo quanto talvez fosse desejado, segundo a ótica do desenho centrado no utilizador, com as entidades responsáveis pelo projeto [THEMIS](#). O desfaseamento com o período de conclusão de outros trabalhos com relevo para o contexto da presente dissertação, nomeadamente com a empresa encarregue em disponibilizar o novo modelo de dados e com o trabalho de ergonomia que sugere uma interface para os sistemas envolvidos no projeto [THEMIS](#), também contribui para acentuar as adversidades encontradas.

Ainda assim estas condicionantes serviram como ensinamento para a vida profissional, onde não raras vezes se assiste a situações em que não é possível obter as condições de desenvolvimento ideais, sobretudo quando é necessária a cooperação entre várias entidades.

7.2 Trabalho Futuro

O trabalho desenvolvido no decorrer da presente dissertação foi ao encontro das necessidades do projeto [THEMIS](#), nomeadamente pela introdução de um novo prototipo funcional, que, baseando-se numa versão previamente existente, ficou em maior conformidade com os requisitos impostos, não só ao nível da realidade aumentada, como da interface e do funcionamento global da aplicação. Não obstante, os requisitos que uma aplicação móvel desta génese necessita de cumprir para que possa ser utilizada nas situações para as quais foi edificada são complexos, pelo que, é com naturalidade que se assiste à necessidade de continuar o trabalho até aqui desenvolvido.

Fazendo uma análise de introspeção é possível antecipar alguns dos pontos mais importantes a considerar no trabalho futuro:

- Concluir o mapeamento dos dados para o modelo [JC3IEDM](#) e proceder aos consequentes ajustes necessários na aplicação. A completa modelação dos dados presentes na aplicação móvel para o novo modelo de dados é um dos aspetos mais

importantes a ter em consideração nas próximas fases de desenvolvimento que possam vir a existir. Este processo é também um dos passos mais complexos à conclusão da aplicação, uma vez que implica a existência de um trabalho de colaboração, o que faz com que tenha de haver algum sincronismo e gestão do trabalho realizado pelas diferentes entidades envolvidas. Para além disso, à medida que os diversos sistemas intrínsecos ao projeto vão sendo testados, é expectável encontrar-se a necessidade de ajustar o modelo de dados, pelo que o próprio poderá vir a sofrer alterações após a conclusão da sua primeira modelação.

- Continuar o trabalho de especificação dos requisitos, uma vez que à medida que o projeto vai evoluindo e os diversos sistemas integrantes vão sendo testados, surgem novas necessidades e ajustes a considerar.
- Desenvolver um trabalho de otimização do tempo de resposta da aplicação. Os testes de usabilidade realizados no âmbito da presente dissertação focaram-se mais na facilidade do utilizador em concretizar tarefas pré-definidas e na satisfação que este tem ao interagir com a aplicação. Seria interessante desenvolver um trabalho que se focasse mais no tempo despendido na realização de cada tarefa e no número de "cliques" necessários à conclusão de cada uma delas, introduzindo otimizações a este nível.
- Desenvolver um estudo que visasse contornar o problema relacionado com a necessidade de existir uma boa conexão de *internet* para que a aplicação funcione corretamente. Em situações de emergência humanitária é comum não haver as condições de rede que se verificam durante a realização de testes em ambiente controlado, pelo que urge a necessidade de se pensar em soluções que possibilitem a integração do projeto [THEMIS](#) em ambiente real.

Finalmente, no que diz respeito à realidade aumentada, também existem alguns aspetos que podem ser o mote para novos trabalhos de investigação e desenvolvimento:

- Definir os níveis de opacidade dos objetos de realidade aumentada para todas as equipas de emergência existentes. O trabalho desenvolvido apenas se focou em duas equipas de emergência, pelo que, poderá ser concluído o trabalho para as restantes equipas, assim que fique perfeitamente estabelecido quais são todos os tipos de equipas de emergência.
- estudar uma possível integração com *smart glasses*. A utilização de óculos inteligentes para exibir os conteúdos de [RA](#) permitiria uma maior mobilidade dos membros superiores dos operadores no decorrer das operações de emergência.
- desenvolver novas técnicas de agregação. O estudo de novas formas de agregar pontos que se sobrepõem pode consistir numa mais valia para a aplicação móvel.

BIBLIOGRAFIA

- Abran, A., Khelifi, A., Suryn, W. e Seffah, A. (2003). "Usability meanings and interpretations in ISO standards". Em: *Software quality journal* 11.4, pp. 325–338.
- Abras, C., Maloney-Krichmar, D. e Preece, J. (2004). "User-centered design". Em: *Bainbridge, W. Encyclopedia of Human-Computer Interaction*. Thousand Oaks: Sage Publications 37.4, pp. 445–456.
- Azuma, R. T. (1997). "A survey of augmented reality". Em: *Presence: Teleoperators & Virtual Environments* 6.4, pp. 355–385.
- Brooke, J. et al. (1996). "SUS-A quick and dirty usability scale". Em: *Usability evaluation in industry* 189.194, pp. 4–7.
- Burigat, S., Chittaro, L. e Vianello, A. (2012). "Dynamic visualization of large numbers of off-screen objects on mobile devices: an experimental comparison of wedge and overview + detail". Em: *Proceedings of the 14th international conference on Human-computer interaction with mobile devices and services*. ACM, pp. 93–102.
- Carmo, M. B., Cláudio, A. P., Ferreira, A., Afonso, A. P. e Simplício, R. (2013). "Improving Symbol Salience in Augmented Reality." Em: *GRAPP/IVAPP*, pp. 367–372.
- Carmo, M. B., Afonso, A. P., Ferreira, A., Cláudio, A. P. e Silva, G. (2016). "PoI Awareness, Relevance and Aggregation for Augmented Reality". Em: *Information Visualisation (IV), 2016 20th International Conference*. IEEE, pp. 300–305.
- Carver, L e Turoff, M. (2007). "The human and computer as a team in emergency management information systems". Em: *CACM* 50.3, pp. 33–38.
- Cota, M. P., Thomaschewski, J., Schrepp, M. e Gonçalves, R. (2014). "Efficient measurement of the user experience. A Portuguese version". Em: *Procedia Computer Science* 27, pp. 491–498.
- Dumas, J. S., Dumas, J. S. e Redish, J. (1999). *A practical guide to usability testing*. Intellect books.
- Dymon, U. J. (2003). "An analysis of emergency map symbology". Em: *International Journal of Emergency Management* 1.3, pp. 227–237.
- Feiner, S., Macintyre, B. e Seligmann, D. (1993). "Knowledge-based augmented reality". Em: *Communications of the ACM* 36.7, pp. 53–62.
- Figueiredo, D. (Dissertação a publicar). "Applying the User-Centered Design approach for Prototyping the Interfaces of an Intelligent Emergency Management System". Tese de mestrado. FCT-UNL.

- Höllerer, T., Feiner, S., Hallaway, D., Bell, B., Lanzagorta, M., Brown, D., Julier, S., Baillot, Y. e Rosenblum, L. (2001). "User interface management techniques for collaborative mobile augmented reality". Em: *Computers & Graphics* 25.5, pp. 799–810.
- ISO, I. (1999). "13407: Human-centred design processes for interactive systems". Em: *Geneva: ISO*.
- ISO, I. (1998). "9241-11: Ergonomic requirements for office work with visual display terminals (VDTs)". Em: *The international organization for standardization* 45, p. 9.
- Jokela, T., Iivari, N., Matero, J. e Karukka, M. (2003). "The standard of user-centered design and the standard definition of usability: analyzing ISO 13407 against ISO 9241-11". Em: *Proceedings of the Latin American conference on Human-computer interaction*. ACM, pp. 53–60.
- Julier, S., Baillot, Y., Brown, D. e Lanzagorta, M. (2002). "Information filtering for mobile augmented reality". Em: *IEEE Computer Graphics and Applications* 22.5, pp. 12–15.
- Kirner, C. e Zorzal, E. R. (2005). "Aplicações educacionais em ambientes colaborativos com realidade aumentada". Em: *Brazilian Symposium on Computers in Education (Sim-pósio Brasileiro de Informática na Educação-SBIE)*. Vol. 1. 1, pp. 114–124.
- Leebmann, J. (2004). "An Augmented Reality System for Earthquake Disaster Response". Em: *International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences* 34.
- Lucas, R. (2017). "Realidade Aumentada para Emergências". Mestrado Integrado em Engenharia Informática. FCT-UNL.
- Marinova, S. T. (2018). "New Map Symbol System for Disaster Management". Em: *Proceedings of the ICA* 1, p. 74.
- Matos, P. M.C.P. P. (2015). "Visualização de informação em ambientes móveis". Doutorado em Informática – Especialidade de Engenharia Informática. Universidade de Lisboa.
- Nielsen, J. (1994). *Usability engineering*. Elsevier.
- Nivala, A.-M. e Sarjakoski, T. L. (2007). "User Aspects of Adaptive Visualization for Mobile Maps". Em: *Cartography and Geographic Information Science* 34.4, pp. 275–284.
- Nunes, I. L., Lucas, R., Simões-Marques, M. e Correia, N. (2017). "Augmented Reality in Support of Disaster Response". Em: *International Conference on Applied Human Factors and Ergonomics*. Springer, pp. 155–167.
- Oh, S. e Woo, W. (2009). "CAMAR: Context-aware Mobile Augmented Reality in Smart Space". Em: *Proc. of IWUVR* 9, pp. 48–51.
- Oliveira, A. e Araújo, R. B. de (2016). "Criação e Visualização de Interfaces do Usuário Cientes de Contexto para Realidade Aumentada com o framework VISAR". Em: *Journal on Advances in Theoretical and Applied Informatics* 2.1, pp. 12–21.
- Papagiannakis, G., Singh, G. e Magnenat-Thalmann, N. (2008). "A survey of mobile and wireless technologies for augmented reality systems". Em: *Computer Animation and Virtual Worlds* 19.1, pp. 3–22.

- Reichenbacher, T. (2007). "The concept of relevance in mobile maps". Em: *Location Based Services and TeleCartography*. Ed. por G. Gartner, W. Cartwright e M. P. Peterson. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, pp. 231–246.
- (2008). "Mobile Usage and Adaptive Visualization". Em: *Encyclopedia of GIS*, pp. 677–682.
- Robinson, A. C., Roth, R. E. e MacEachren, A. M. (2011). "Understanding user needs for map symbol standards in emergency management". Em: *Journal of Homeland Security and Emergency Management* 8.1.
- Rose, S., Potter, D. e Newcombe, M. (2010). *Augmented Reality: A Review of available Augmented Reality packages and evaluation of their potential use in an educational context*. University of Exeter.
- Rubin, J. e Chisnell, D. (2008). *Handbook of usability testing: how to plan, design and conduct effective tests*. John Wiley & Sons.
- Schinke, T., Henze, N. e Boll, S. (2010). "Visualization of off-screen objects in mobile augmented reality". Em: *Proceedings of the 12th international conference on Human computer interaction with mobile devices and services*. ACM, pp. 313–316.
- Sebillo, M., Vitiello, G., Paolino, L. e Ginige, A. (2016). "Training emergency responders through augmented reality mobile interfaces". Em: *Multimedia Tools and Applications* 75.16, pp. 9609–9622.
- Silva, G., Carmo, M. B., Afonso, A. P., Cláudio, A. P. e Ferreira, A. (2015). "Visualização de Objetos Off-Screen em Realidade Aumentada Móvel". Em: *22o Encontro Português de Computação Gráfica e Interação, Coimbra*.
- Simões-Marques, M., Correia, A., Teodoro, M. F. e Nunes, I. L. (2017). "Empirical Studies in User Experience of an Emergency Management System". Em: *Advances in Human Factors and Systems Interaction - Proceedings of the AHFE 2017 International Conference on Human Factors and Systems Interaction, July 17-21, 2017, Los Angeles, California, USA*. Vol. 592. Springer, pp. 97–108.
- Simões-Marques, M., Elvas, F., Nunes, I. L., Lobo, V. e Correia, A. (2018). "Augmented Reality in the Context of Naval Operations". Em: *International Conference on Human Systems Engineering and Design: Future Trends and Applications*. Springer, pp. 307–313.
- Siu, T. e Herskovic, V. (2013). "SidebARs: improving awareness of off-screen elements in mobile augmented reality". Em: *Proceedings of the 2013 Chilean Conference on Human-Computer Interaction*. ACM, pp. 36–41.
- Wani, A. R., Shabir, S. e Naaz, R. (2013). "Augmented reality for fire and emergency services". Em: *Int. Conf. on Recent Trends in Communication and Computer Networks, Byderabad India*.
- Xu, F., Tian, F., Buhalis, D., Weber, J. e Zhang, H. (2016). "Tourists as mobile gamers: Gamification for tourism marketing". Em: *Journal of Travel & Tourism Marketing* 33.8, pp. 1124–1142.

A N E X O



**DOCUMENTOS UTILIZADOS NOS TESTES DE
USABILIDADE PRELIMINARES**

Guião para os Testes de Usabilidade de 16 de Novembro

Briefing: A presente demonstração visa fazer uma avaliação inicial ao protótipo funcional THEMIS, de modo a compreender melhor quais as principais prioridades para a próxima iteração de desenvolvimento. Os 3 utilizadores destacados realizarão as suas tarefas em simultâneo. A duração prevista para cada sessão de testes é de 20 minutos. O utilizador deve completar as tarefas descritas no guião de forma sequencial e expor em voz alta os pensamentos que lhe forem ocorrendo durante a execução dos mesmos.

NAVY 1 (Utilizador 1)



Ocorrência	Tipo	Campos	Mais Info
1	Ponto de Interesse	Heliporto/Parada DLA/Landing Zone	NIL
2	Ferido (incidente)	Criança/Masculino/Amarelo/Acessível	Fratura Perna/Corte Braço
3	Ferido(incidente)	Idoso/Masculino/Vermelho/Acessível	Fratura Braço/Amputação Perna

O utilizador 1 deverá:

- entrar na aplicação
- escolher a opção de perfil que corresponde a “Navy 1”
- deslocar-se até aos locais indicados acima, e inserir as respetivas ocorrências, sendo que para uma delas (à escolha) deve tentar inserir uma fotografia antes de concluir o processo.
- Encontrar cada uma das ocorrências na vista de mapa
- Encontrar cada uma das ocorrências na vista de RA

Firefighter 1



Ocorrência	Tipo	Descrição	Mais Info
1	Infraestrutura	Services/Fire Station/Affected	NIL
2	Perigo	CBRN/Biological/Toxic	NIL
3	Perigo	Fire/CAT. C/Confirmed	NIL

O utilizador 2 deverá:

- entrar na aplicação
- escolher a opção de perfil que corresponde a "Firefighter 1"
- deslocar-se até aos locais indicados acima, e inserir as respetivas ocorrências, sendo que para uma delas (à escolha) deve tentar inserir uma fotografia antes de concluir o processo.
- Encontrar cada uma das ocorrências na vista de mapa
- Encontrar cada uma das ocorrências na vista de RA

NAVY 2



Ocorrência	Tipo	Descrição	Mais Info
1	Infraestrutura	Services/City Hall/Destroyed	NIL
2	Ferido	Adulto/Masculino/Verde/Acessível	Queimadura Braço/Hematoma Tronco
3	Ponto de Interesse	Centro de Saúde/ Centro de Saúde DLA/PAS	NIL

O utilizador 3 deverá:

- entrar na aplicação
- escolher a opção de perfil que corresponde a “Navy 2”
- deslocar-se até aos locais indicados acima, e inserir as respetivas ocorrências, sendo que para uma delas (à escolha) deve tentar inserir uma fotografia antes de concluir o processo.
- Encontrar cada uma das ocorrências na vista de mapa
- Encontrar cada uma das ocorrências na vista de RA

A N E X O



DOCUMENTOS UTILIZADOS NOS TESTES DE USABILIDADE INTERMÉDIOS

Guião para os Testes de Usabilidade de 22 de Março

Briefing: A presente demonstração visa fazer uma nova avaliação ao protótipo funcional THEMIS, de modo a perceber-se a usabilidade das opções de implementação que têm vindo a ser desenvolvidas. A duração prevista para cada sessão de testes é de 30 minutos. Ao longo da execução das tarefas do guião serão feitas algumas perguntas específicas da tarefa em questão. O utilizador deve completar as tarefas descritas no guião de forma sequencial e falar em voz alta os pensamentos que lhe forem ocorrendo durante a execução dos mesmos.

Parte 1 (RECON):

1. Ações Básicas na aplicação

Tarefa 1.1 – Iniciar sessão

- Fazer login na aplicação THEMIS, entrando como RECON_1.

Tarefa 1.2 – Explorar a lista de opções do menu lateral da aplicação

- Entre no menu de opções que a aplicação disponibiliza. À medida que lê as várias opções existentes fale em voz alta aquilo que espera encontrar ao pressionar cada uma delas.
- Indique o nome da operação em que se encontra inserido.
- Altere o idioma da aplicação para “Português”
- Volte à vista de Mapa.

Tarefa 1.3 – Identificar posição atual

- Identifique as coordenadas da sua posição atual.

2. Ordens na Aplicação

Tarefa 2.1 – Aceder à lista de ordens da aplicação.

- Abra a lista de todas as ordens associadas à sua equipa. Identifique o número de ordens que lhe estão atribuídas atualmente e em que estado de execução se encontram.
- Recuse a ordem “Voltar ao ponto de partida”.

Tarefa 2.2 – Aceitar ordem

- Aceite a ordem “Reportar dados na aplicação”.
- Volte à vista de mapa da aplicação.

3. Inserir Dados



Tarefa 3.1 – Inserir pontos de interesse

- Insira um ponto de interesse no local onde se encontra, apresentado na figura acima como um círculo branco, preenchendo apenas os campos referidos:
 - Tipo: PCT
 - Nome: PCT1
 - Estado: Utilização
 - Descrição: posto de comando em utilização.
 - Fotografia: Simule como faria para tirar e guardar duas fotografias do local onde se encontra o posto de comando. Percorra cada uma das fotos que tirou na galeria e em seguida, e antes de concluir o processo de inserção, remova uma delas.

ANEXO II. DOCUMENTOS UTILIZADOS NOS TESTES DE USABILIDADE INTERMÉDIOS

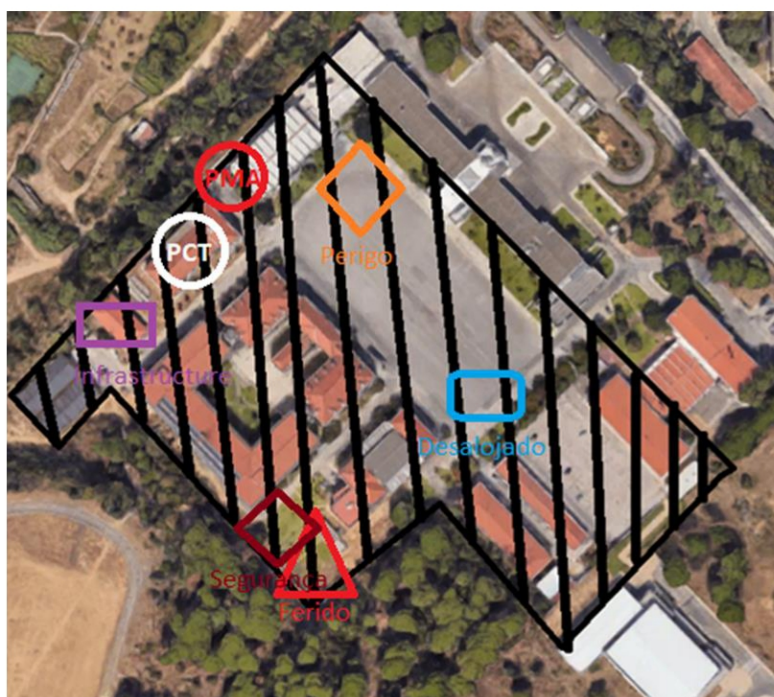
- Insira o ponto de interesse descrito como PMA (círculo vermelho), no local indicado pelo mapa acima, preenchendo apenas os campos referidos:
 - Tipo: PMA
 - Nome: PMA1
 - Estado: Utilização
 - Descrição: enfermaria.

Tarefa 3.2 – Inserir incidentes

- Insira um incidente da categoria “infraestrutura” (retângulo roxo) no local indicado pelo mapa acima, preenchendo apenas os campos referidos:
 - Tipo: Serviço
 - Infraestrutura: Militar
 - Estado: Reportado
 - Danos: Desconhecido
 - Descrição: escotaria
- Insira um incidente da categoria “segurança” (losango vermelho) no local indicado pelo mapa acima, preenchendo apenas os campos referidos:
 - Tipo: Conflito
 - Estado: Inspecionado
- Insira um incidente da categoria “perigo” (losango laranja) no local indicado pelo mapa acima, preenchendo apenas os campos referidos:
 - Tipo: Deslizamento de terras
 - Estado: Inspecionado
 - Descrição: derrocada
- Insira um incidente da categoria “pessoa” (retângulo azul claro) no local indicado pelo mapa acima, preenchendo apenas os campos referidos:
 - Nome: Rui
 - Estado: Desalojado
 - Género: masculino
 - Acessibilidade: Acessível
 - Faixa etária: adulto
 - Descrição: saudável
- Insira um incidente da categoria “pessoa” (triângulo vermelho) no local indicado pelo mapa acima, preenchendo apenas os campos referidos:
 - Nome: Diogo
 - Estado: Ferido
 - Género: masculino
 - Acessibilidade: Acessível
 - Faixa etária: criança
 - Prioridade: Vermelho
 - Ferimentos: hematoma- braço esquerdo.
 - Descrição: queda aparatosa

Briefing: A presente demonstração visa fazer uma nova avaliação ao protótipo funcional THEMIS, de modo a perceber-se a usabilidade das opções de implementação que têm vindo a ser desenvolvidas. A duração prevista para cada sessão de testes é de 30 minutos. Ao longo da execução das tarefas do guião serão feitas algumas perguntas específicas da tarefa em questão. O utilizador deve completar as tarefas descritas no guião de forma sequencial e falar em voz alta os pensamentos que lhe forem ocorrendo durante a execução dos mesmos.

Parte 2 (SAR):



1. Ações Básicas na aplicação

Tarefa 1.1 – Iniciar sessão

- Fazer login na aplicação THEMIS, entrando como SAR_1.

2. Explorar Vista de Mapa

Tarefa 2.1 – Identificar pontos de interesse e incidentes na vista de mapa

- Explorar vista de mapa. Identificar onde se encontra o posto médico avançado orientando-se pelo mapa da aplicação. Abrir os seus detalhes. Voltar à vista de mapa.

Tarefa 2.2 – Alterar definições na vista de mapa

- Trocar o tipo de mapa para “satélite” e voltar a trocar para “mapa de estradas”.
- Trocar o tamanho dos ícones para “Pequeno” e após isso verificação dos resultados voltar a colocar em “Médio”.

3. Ordens na Aplicação

Tarefa 3.1 – Aceitar ordem

- Aceitar ordem “socorrer ferido”.

4. Listar informação

Tarefa 4.1 – Filtrar dados na página de incidentes

- Navegar até à lista de incidentes, e aplicar uma filtragem de informação, selecionando apenas “Pessoa”.

Tarefa 4.2 – Pesquisar dados na página de incidentes

- Após a filtragem de informação, pesquise por “ferido”.
- Selecionar o resultado obtido.

5. Procurar no mapa

Tarefa 5.1 – Encontrar ferido no mapa

- A partir do ecrã dos detalhes do ferido, navegar até ao seu local no mapa.
- Selecionar o ferido pretendido e observar novamente a descrição geral do mesmo (sem entrar nos detalhes).
- Pedir a indicação das direções até ao ferido selecionado através do Google Maps.
- Retroceder para a vista de mapa.

6. Editar Dados

Tarefa 6.1 – Editar informações de ferido

- Ao chegar até ao ferido, editar a sua informação:
 - De acordo com a ajuda na classificação da prioridade fornecida, trocar a prioridade para “Verde”.

7. Vista de Realidade Aumentada

Tarefa 7.1 – Identificar objetos na vista de RA

- Indicar em que direção e distância se encontra a pessoa “desalojado”, de acordo com a informação disponibilizada pela vista de RA.
- Abrir os detalhes desse incidente.

Tarefa 7.2 – Abrir detalhes do objeto na vista de RA

- Explorar os detalhes da pessoa “desalojado” e navegue até à página de detalhes do mesmo.

Tarefa 7.3 – Identificar pontos no radar

- Após voltar à vista de realidade aumentada, indicar no radar onde se encontra a pessoa “desalojado”.

Tarefa 7.4 – Identificar pontos agregados

(nesta tarefa é de máxima importância que o utilizador diga os seus pensamentos em voz alta)

- Indicar na vista de RA que pontos se encontram agregados. Identificar cada um desses pontos.
- Trocar de algoritmo de agregação e realizar a mesma tarefa.

Tarefa 7.5 – Deslocar-se na vista de RA

- Desloque-se com o ferido que socorreu anteriormente até ao posto médico avançado (PMA).

8. Concluir ordem

Tarefa 8.1 – Concluir ordem

- Indicar o término da ordem em curso “socorrer ferido”.

ANEXO II. DOCUMENTOS UTILIZADOS NOS TESTES DE USABILIDADE INTERMÉDIOS

Questionário Após os Testes de Usabilidade de 22 de Março

Idade:

Género:

Questionário SUS:

(Assinalar com uma “x”)

Totalmente
em desacordo

Totalmente
de acordo

	1	2	3	4	5
1. Eu considero que utilizaria esta aplicação frequentemente					
2. Eu considero esta aplicação desnecessariamente complexa					
3. Eu considero que a aplicação foi fácil de utilizar					
4. Eu considero que necessitaria de auxílio de um técnico para ser capaz de utilizar a aplicação					
5. Eu considero que as várias funções do sistema estão bem integradas					
6. Eu considero que existe demasiada inconsistência na aplicação					
7. Eu considero que a maioria das pessoas irão aprender a utilizar este sistema muito rapidamente					
8. Eu achei a aplicação muito desconfortável de utilizar					
9. Eu senti-me muito confiante durante a utilização da aplicação					
10. Eu necessitaria de aprender muitas coisas antes de utilizar esta aplicação					

Outras Questões:

(Assinalar de 1 a 5, sendo que 1 corresponde a “descordo totalmente” e 5 a “concordo totalmente”)

	1	2	3	4	5	Observações
1. Considero que a aplicação ajustou-se corretamente ao dispositivo que utilizei.						
2. Considero que a simbologia utilizada foi simples de compreender.						
3. Considero que a vista de realidade aumentada foi fácil de manusear.						
4. Considero que a vista de realidade aumentada revelou ser uma mais valia enquanto complemento à vista de mapa						

Principal Dificuldades/pontos negativos?

Sugestões?

Questionário UEQ: (em folha separada)

ANEXO II. DOCUMENTOS UTILIZADOS NOS TESTES DE USABILIDADE INTERMÉDIOS

Por favor dê-nos a sua opinião.

A fim de avaliar o produto, por favor preencha o seguinte questionário. É constituído por pares de opostos relativos às propriedades que o produto possa ter. As graduações entre os opostos são representadas por círculos. Ao marcar um dos círculos, você pode expressar sua opinião sobre um conceito.

Exemplo:

Atraente	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Feio
----------	-----------------------	----------------------------------	-----------------------	-----------------------	-----------------------	-----------------------	-----------------------	------

Esta resposta significa que avalia o produto mais **atraente** do que **feio**.

Marque a sua resposta da forma mais espontânea possível. É importante que não pense demasiado na resposta porque a sua avaliação imediata é que é importante.

Por favor, assinale sempre uma resposta, mesmo que não tenha certezas sobre um par de termos ou que os termos não se enquadrem com o produto.

Não há respostas "certas" ou respostas "erradas". A sua opinião pessoal é que conta!

Por favor, dê-nos a sua avaliação atual do produto em causa.

Por favor, marque apenas um círculo por linha.

	1	2	3	4	5	6	7	
Desagradável	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Agradável
Incompreensível	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Compreensível
Criativo	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Sem criatividade
De Fácil aprendizagem	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	De difícil aprendizagem
Valioso	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Sem valor
Aborrecido	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Excitante
Desinteressante	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Interessante
Imprevisível	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Previsível
Rápido	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Lento
Original	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Convencional
Obstrutivo	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Condutor
Bom	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Mau
Complicado	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Fácil
Desinteressante	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Atrativo
Comum	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Vanguardista
Incómodo	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Cómodo
Seguro	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Inseguro
Motivante	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Desmotivante
Atende as expectativas	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Não atende as expectativas
Ineficiente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Eficiente
Evidente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Confuso
Impraticável	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Prático
Organizado	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Desorganizado
Atraente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Feio
Simpático	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Antipático
Conservador	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Inovador

A N E X O



**DOCUMENTOS UTILIZADOS NOS TESTES DE
USABILIDADE FINAIS**

Guião para os Testes de Usabilidade Finais

Briefing: A presente demonstração visa fazer uma nova avaliação ao protótipo funcional THEMIS, de modo a perceber-se a usabilidade das opções de implementação que têm vindo a ser desenvolvidas. A duração prevista para cada sessão de testes é de aproximadamente 30 minutos. Ao longo da execução das tarefas do guião serão feitas algumas perguntas específicas sobre a tarefa em questão. O utilizador deve ler atentamente cada uma das tarefas descritas no guião e completá-las de forma sequencial, enunciando os pensamentos que lhe forem ocorrendo em voz alta.



Figura 1: Mapa com local de inserções de ocorrências correspondentes às tarefas 4.1 e 4.2

Parte 1 (RECON):

1. Ações Básicas na Aplicação

Tarefa 1.1 – Iniciar sessão

- Faça login na aplicação THEMIS, entrando como RECON_1.

Tarefa 1.2 – Explorar a lista de opções do menu lateral da aplicação

- Entre no menu de opções lateral que a aplicação disponibiliza e antes de proceder a qualquer outra ação leia todas as opções contempladas.
- No menu lateral da aplicação encontre o nome da equipa de operação com a qual iniciou sessão e o símbolo que a representa.
- Encontre também o nome da operação em que se encontra inserido. Faça o que lhe parece ser lógico para conseguir aceder a mais detalhes da operação em que está inserido.
- Altere o idioma da aplicação para português.

Tarefa 1.3 – Identificar posição atual

- Identifique as notificações despoletadas no dispositivo móvel que dão conta de atualizações relativas à sua localização atual.
- Identifique a hora em que a última atualização da localização ocorreu.
- Identifique a sua posição atual, assim como a precisão estimada para essa mesma localização.
- Ignore a tarefa 2 caso a precisão atual seja melhor (menor) do que 10 metros.

2. Configurações da Localização

Tarefa 2.1 – Configurar precisão localização através das definições gerais

- Entre na opção das definições presente no menu lateral principal da aplicação.
- Caso a última atualização da localização tenha uma precisão pior do que 10 metros, altere a definição de forma a que sejam ignoradas as atualizações com precisão pior do que 10 metros.

3. Vista de Mapa

Tarefa 3.1 – Aceitar ordem através da vista de mapa

- Aceite a ordem “Reportar dados na aplicação”, através da notificação presente na vista de mapa.
- Volte à vista de Mapa.

Tarefa 3.2 – Alterar configurações do mapa

- Interprete e exponha em voz alta que tipo de opções existem no menu lateral da aplicação e quais podemos encontrar no menu de opções existente na vista de mapa.
- Recorrendo às opções relativas à vista de mapa, altere o tipo de mapa para “Satélite”.

Tarefa 3.3 – Identificar ocorrências no mapa

- Procure e localize no mapa (pode estar em qualquer sítio num raio de 500 metros) a infraestrutura reportada, que é do tipo “Cais”. Indique se esta se encontra dentro dos limites da área de operação.

4. Inserção de Dados

Tarefa 4.1 – Reportar ponto de interesse a partir do menu lateral

- Através da vista de mapa, desloque-se até ao ponto de interesse descrito como PMA (ver mapa acima).
- Quando se encontrar junto do ponto de interesse, reporte-o na aplicação a partir do menu principal da aplicação. Preencha apenas os seguintes campos:
 - Localização: Reportar no local apresentado no mapa acima.
 - Tipo: PMA
 - Estado: Utilização
 - Descrição: enfermaria
 - Fotografia: Simule como faria para tirar e guardar duas fotografias do local onde se encontra o PMA. Percorra cada uma das fotos que tirou na galeria e em seguida, e antes de concluir o processo de inserção, remova uma delas.

Tarefa 4.2 – Reportar incidente (pessoa) a partir da vista de mapa

- Insira, desta vez a partir da vista de mapa, um incidente da categoria “pessoa”, no local indicado pelo mapa acima apresentado. Pode inserir diretamente no local correto, ou dirigir-se primeiro até às suas proximidades. Preencha apenas os seguintes campos:
 - Localização: Reportar no local apresentado no mapa acima.
 - Estado: Ferido.
 - Acessibilidade: Acessível.
 - Faixa Etária: Criança.
 - Prioridade: Guie-se pela ajuda informativa que a aplicação disponibiliza e indique a prioridade no auxílio do ferido que lhe parece mais indicada, sabendo que o ferido se trata de uma criança que responde, no entanto encontra-se muito quente.
 - Ferimentos: Hematoma - Cabeça; Corte - Braço esquerdo.
 - Descrição: Criança com ferimentos.
- Exponha qual das duas opções de inserção lhe pareceu mais simples de realizar, a primeira recorrendo ao menu lateral, ou a segunda, através da vista de mapa.

(Primeira parte concluída, encerre sessão após concluir a tarefa 4.2)

Parte 2 (SAR):

1. Ações Básicas na Aplicação

Tarefa 1.1 – Iniciar sessão

- Faça login na aplicação THEMIS, entrando como SAR_1.

(repetir tarefas já realizadas na parte 1)

- Altere o idioma da aplicação para “PT”.
- Nas definições da aplicação, desative a opção para ignorar atualizações com precisão inferior a 10 metros, caso esta esteja ativada.
- A partir da vista de mapa, altere o tipo de mapa para “Satélite”, se achar mais cómoda esta opção.

2. Páginas de Pesquisa

Tarefa 2.1 – Pesquisar lista de ordens a partir do menu lateral

- Abra a página de pesquisa com a lista de todas as ordens associadas à sua equipa na operação. Identifique o número de ordens que lhe estão atribuídas e o estado de execução em que se encontram.
- Recuse a ordem “Apagar Incêndio - Perigo #1”.
- Aceite a ordem “Socorrer Ferido - Pessoa #2”.

Tarefa 2.2 – Pesquisar incidentes

- Aceda à página de pesquisa com a lista de todos os incidentes associados à operação.
- Aplique uma filtragem de dados, na qual seleciona apenas os incidentes da categoria “Pessoa”.
- Após a filtragem de informação, pesquise por “ferido”.
- Selecione o único resultado obtido e aceda aos seus detalhes.

3. Vista de Detalhes de um Incidente

Tarefa 3.1 – Aceder aos detalhes de incidente

- Visualize os detalhes do incidente que selecionou no ponto anterior (ferido), indicando em voz alta qual a faixa etária do referido incidente.
- Aceda à opção que lhe mostra informações adicionais sobre o referido incidente.
- Voltando aos detalhes, selecione a opção para ver a localização do incidente no mapa.

4. Realidade Aumentada

Tarefa 4.1 – Introduzir vista de RA

- Aceda à vista de realidade aumentada.
- Mova o dispositivo móvel à sua volta para que se aperceba dos objetos de realidade aumentada representados.

Tarefa 4.2 – Localizar ocorrência

- Localize através da vista de RA o incidente do tipo “conflito” existente.
- Indique a distância a que este se encontra.

Tarefa 4.3 – Ativar indicador de objetivo da ordem em curso

- Caso após mover o dispositivo horizontalmente, em nenhuma circunstância lhe tenha aparecido um indicador vermelho lateral, aceda às opções da vista de RA e acione a opção para adicionar sinalização dos objetivos da missão.

Tarefa 4.4 – Localizar ocorrência existente em cluster

- Com a ajuda do indicador lateral ativado na tarefa anterior, localize agora o cluster (ícone que armazena mais do que uma ocorrência) onde se encontra o ferido consultado anteriormente na vista de mapa (em 3.1) e que corresponde ao objetivo da ordem em execução.
- Expanda o Cluster para que possa observar todos os pontos que este tem contidos, pretendendo-se que encontre o ferido.

Tarefa 4.5 – Localizar ocorrência através de algoritmo de cluster alternativo

- Repita a tarefa 4.4, mas desta vez recorra ao algoritmo de cluster alternativo existente no menu de opções presente na vista de RA.
- No caso de encontrar diferenças, enuncie as mesmas em voz alta e indique qual o algoritmo que melhor o ajuda a perceber os objetos existentes (algoritmo Wikitude, algoritmo alternativo ou indiferente).

Tarefa 4.6 – Localizar ocorrência sem cluster

- Experimente agora a opção que não utiliza qualquer algoritmo de cluster e indique se esta opção, que aplica translações no eixo do y de acordo com a distância da ocorrência ao utilizador, é conveniente nesta situação.
- Indique se este algoritmo melhora ou piora a visualização das informações existentes, comparativamente com os dois algoritmos testados anteriormente.

Tarefa 4.7 – Destacar ocorrências (aplicação automática de diferentes opacidades).

- Ative a opção presente no menu de opções da vista de RA para destacar ocorrências, em detrimento de outras.
- Repita a tarefa 4.4.
- Mencione se notou alguma diferença ao nível da facilidade com que identifica cada uma das ocorrências. Quais são as ocorrências que mais lhe saltam à vista?

Tarefa 4.8 – Filtrar ocorrências

- A partir do menu de opções da vista de RA, aplique uma filtragem, selecionando a equipa RECON e a pessoa “Saudável” como sendo os objetos a omitir.
- Mencione se notou alguma diferença ao nível da facilidade com que identifica cada uma das ocorrências.
- Numa escala de 1 a 5 indique quanto é que esta opção o ajudou a encontrar mais facilmente o ferido.

Tarefa 4.9 – Marcar ocorrência e aceder aos seus detalhes

- A partir das opções da vista de RA, remova o indicador lateral que assinala o objetivo da ordem que se encontra a executar (remover opção adicionada na tarefa 4.3).
- Selecione (adicione uma marcação) o incidente que corresponde ao ferido e aceda à página com mais informações sobre o mesmo, a partir da vista de RA.
- Retroceda em seguida, novamente, até à vista de Realidade Aumentada.
- Caso o incidente que corresponde ao ferido já não se encontre “marcado” volte a marcá-lo, e feche em seguida os seus detalhes na vista de mapa, sem remover a sua marcação.

Tarefa 4.10 – Navegar através da vista de RA

- Uma vez que marcou uma ocorrência, um indicador lateral azul será ativado caso a ocorrência marcada deixe de estar dentro do campo de visão. Navegue até ao ferido marcado, guiando-se pela ajuda do indicador lateral.

5 Detalhes Ordem

Tarefa 5.1 – Aceder aos detalhes de ordem

- Aceda aos detalhes da ordem que se encontra em execução.

Tarefa 5.2 – Concluir ordem

- Indique que a ordem já foi concluída.

6 Outras Funcionalidades

Tarefa 6.1 – Navegar livremente

- Selecione a infraestrutura do tipo “Militar” existente na aplicação através da vista de mapa e desloque-se até esta utilizando a vista de mapa, ou, se preferir, a vista de RA.
- Para o ajudar a localizar a infraestrutura militar, procure pela mesma na lista de incidentes acessível através do menu lateral, e posteriormente, nos seus detalhes, utilize a opção que lhe permite encontra-la na vista de mapa ou, se preferir, a que lhe permite encontra-la na de realidade aumentada. Exponha em voz alta o porquê de ter preferido uma opção em detrimento da outra (vista de mapa ou de RA).

Tarefa 6.2 – Consultar percurso realizado

- Após chegar até junto da infraestrutura “Militar”, acione a opção acessível a partir da vista de mapa que lhe permite visualizar o seu percurso desde que começou a operação.
- Volte a desabilitar a exibição desse percurso.

7. Edição de Dados

Tarefa 7.1 – Editar ocorrência

- Aceda aos detalhes da infraestrutura até à qual se dirigiu e edite o campo relativo aos danos para: “Afetado”.

ANEXO III. DOCUMENTOS UTILIZADOS NOS TESTES DE USABILIDADE FINAIS

Questionário Após Testes de Usabilidade Finais

Nr utilizador:

Idade:

Género:

1ª vez que utiliza app THEMIS(Sim/não):

Experiência anterior em exercícios de emergência:

Questionário SUS:

(Assinalar com uma "x")	Totalmente em desacordo					Totalmente de acordo				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
1. Eu considero que utilizaria esta aplicação frequentemente										
2. Eu considero esta aplicação desnecessariamente complexa										
3. Eu considero que a aplicação foi fácil de utilizar										
4. Eu considero que necessitaria de auxílio de um técnico para ser capaz de utilizar a aplicação										
5. Eu considero que as várias funções do sistema estão bem integradas										
6. Eu considero que existe demasiada inconsistência na aplicação										
7. Eu considero que a maioria das pessoas irão aprender a utilizar este sistema muito rapidamente										
8. Eu achei a aplicação muito desconfortável de utilizar										
9. Eu senti-me muito confiante durante a utilização da aplicação										
10. Eu necessitaria de aprender muitas coisas antes de utilizar esta aplicação										

Outras Questões:

Seguidamente serão apresentadas algumas afirmações. Pretende-se, tal como no questionário SUS apresentado anteriormente, que o utilizador assinale o nível de concordância que tem com as mesmas.

	Totalmente em desacordo					Totalmente de acordo					Observações
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	
1. Considero que a aplicação ajustou-se corretamente ao dispositivo que utilizei.											
2. Considero que a simbologia utilizada foi fácil de interpretar.											
3. Considero que a vista de realidade aumentada foi fácil de manusear.											

4. Considero que a vista de realidade aumentada revelou ser uma mais valia enquanto complemento à vista de mapa.						
5. Considero que a opção na vista de RA que aplica automaticamente diferentes opacidades às diferentes ocorrências, de acordo com a sua relevância (tarefa 4.7), é útil para identificar mais facilmente as ocorrências mais relevantes.						
6. Considero que a possibilidade de marcação de uma ocorrência na vista de RA é útil (tarefa 4.9)						
7. Considero que os clusters existentes que agregam pontos contidos num mesmo ângulo do espaço são fáceis de interpretar						
8. Considero que os clusters existentes que agregam pontos contidos num mesmo ângulo do espaço são úteis para evitar uma grande concentração de pontos no espaço						
9. Considero que a simbologia utilizada para representar os objetos virtuais na vista de RA ficou bem visível sobre o ambiente real.						
10. Considero que os indicadores laterais, que ajudam a indicar a direção na qual o utilizador deve mover o dispositivo para encontrar uma determinada ocorrência, são úteis para o utilizador localizar uma ocorrência (4.10).						
11. Considero que a vista de mapa é claramente melhor do que a vista de realidade aumentada para identificar ocorrências.						
12. Considero que a vista de mapa é claramente melhor do que a vista de realidade aumentada quando pretendo apoio visual na deslocação até uma ocorrência.						
13. Considero viável recorrer à vista de realidade aumentada para deslocar-me até uma ocorrência.						
14. Considero que a vista de realidade aumentada é claramente melhor do que a vista de mapa para identificar ocorrências.						
15. Considero que a vista de realidade aumentada é claramente melhor do que a vista de mapa quando pretendo apoio visual na deslocação até uma ocorrência.						

ANEXO III. DOCUMENTOS UTILIZADOS NOS TESTES DE USABILIDADE FINAIS

Principal Dificuldades/pontos negativos?

--

Pontos Positivos

--

Sugestões?

--

Questionário Simbologia: (folha à parte)

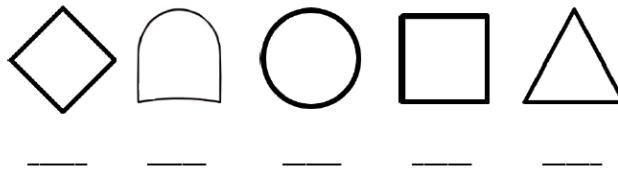
Questionário UEQ: (folha à parte)

Questionário Simbologia Adotada

Introdução: O seguinte questionário visa compreender se a simbologia desenvolvida para descrever ao nível da aplicação móvel as diversas ocorrências existentes no âmbito do projeto THEMIS é facilmente interpretada pelos seus utilizadores. Em cada uma das alíneas complete os espaços em branco com a letra correspondente à designação que lhe parece mais apropriada. Não deve utilizar a mesma designação para símbolos diferentes, pelo que, para cada alínea, cada designação deve corresponder a um e só um símbolo.

1) Formato genérico das ocorrências

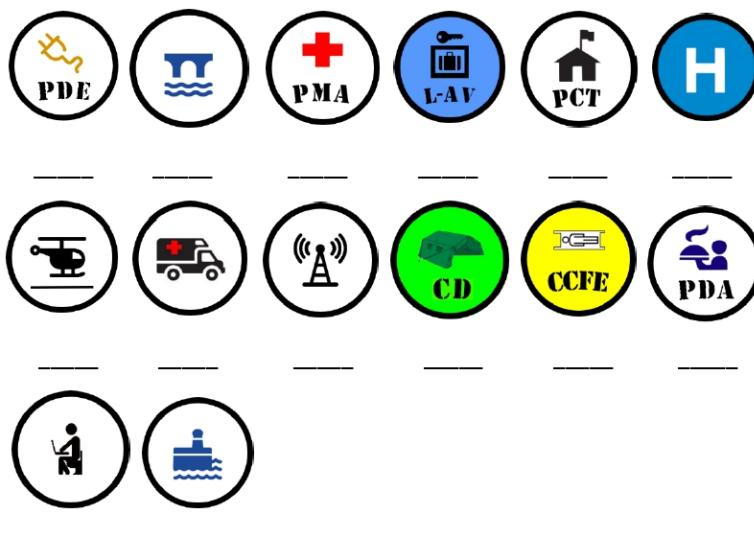
Designações: **A** – Ponto de interesse; **B** – Incidente (Pessoa ferida); **C** - Incidente (Infraestrutura); **D** - Incidente (Perigo ou Problema de Segurança. Exemplos: Incêndio, Assalto); **E** - Equipa de Operação.



ANEXO III. DOCUMENTOS UTILIZADOS NOS TESTES DE USABILIDADE FINAIS

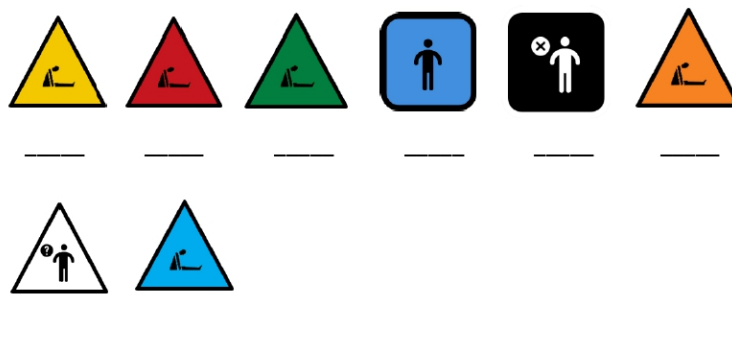
1) Pontos de interesse

Designações: **A** - Cais; **B** - Centro de Controlo de Feridos e Evacuados; **C** - Centro de Desalojados; **D** - Comunicações; **E** - Heliporto; **F** - Hospital; **G** - Local de evacuação; **H** - Logística Avançada; **I** - Posto de comando em terra; **J** - Posto de Distribuição Alimentar; **K** - Posto de Distribuição Elétrica; **L** - Posto Médico Avançado; **M** - Ponte; **N** - Recenseamento.



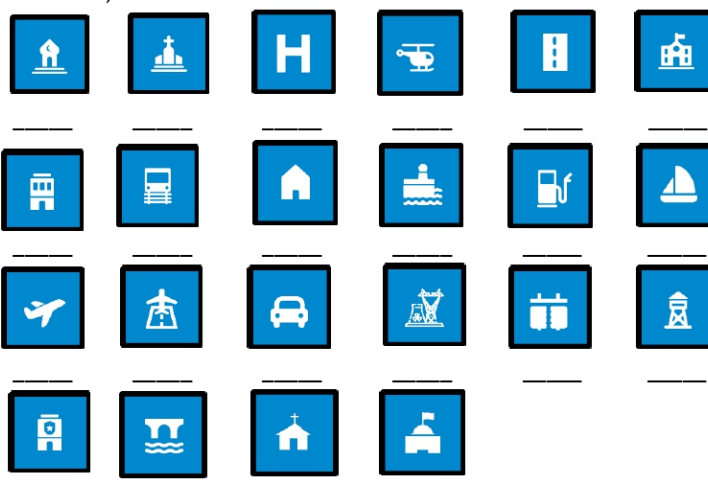
2) Incidentes - Pessoas

Designações: **A** - Saudável; **B** - Ferido (Prioridade Azul); **C** - Ferido (Prioridade Verde); **D** - Ferido (Prioridade Amarela); **E** - Ferido (Prioridade Laranja); **F** - (Ferido - Prioridade Vermelha); **G** - Desconhecido; **H** - Morto.



3) Incidentes - Infraestruturas

Designações: **A** - Aeroporto; **B** - Avião; **C** - Bomba de Gasolina; **D** - Cais; **E** - Casa de Habitação; **F** - Comboio; **G** - Embarcação; **H** - Escola; **I** - Estrada; **J** - Edifício; **K** - Helicóptero; **L** - Hospital; **M** - Igreja; **N** - Mesquita; **O** - Militar; **P** - Morgue; **Q** - Ponte; **R** - Posto de polícia; **S** - Posto de Vigia; **T** - Prisão; **U** - Usina; **V** - Veículo.



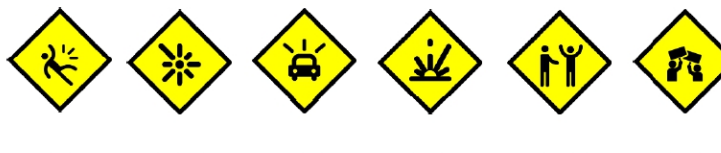
4) Incidentes - Perigo

Designações: **A** - CBRN; **B** - Deslizamento de Terras; **C** - Elétrico; **D** - Incêndio; **E** - Inundação; **F** - Perigo;



5) Incidentes - Segurança

Designações: **A** - Ataque; **B** - Carjacking; **C** - Conflito; **D** - Homicídio; **E** - Motim; **F** - Assalto;



ANEXO III. DOCUMENTOS UTILIZADOS NOS TESTES DE USABILIDADE FINAIS

Por favor dê-nos a sua opinião.

A fim de avaliar o produto, por favor preencha o seguinte questionário. É constituído por pares de opostos relativos às propriedades que o produto possa ter. As graduações entre os opostos são representadas por círculos. Ao marcar um dos círculos, você pode expressar sua opinião sobre um conceito.

Exemplo:

Atraente	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Feio
----------	-----------------------	----------------------------------	-----------------------	-----------------------	-----------------------	-----------------------	-----------------------	------

Esta resposta significa que avalia o produto mais **atraente** do que **feio**.

Marque a sua resposta da forma mais espontânea possível. É importante que não pense demasiado na resposta porque a sua avaliação imediata é que é importante.

Por favor, assinale sempre uma resposta, mesmo que não tenha certezas sobre um par de termos ou que os termos não se enquadrem com o produto.

Não há respostas "certas" ou respostas "erradas". A sua opinião pessoal é que conta!

Por favor, dê-nos a sua avaliação atual do produto em causa.

Por favor, marque apenas um círculo por linha.

	1	2	3	4	5	6	7	
Desagradável	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Agradável
Incompreensível	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Compreensível
Criativo	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Sem criatividade
De Fácil aprendizagem	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	De difícil aprendizagem
Valioso	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Sem valor
Aborrecido	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Excitante
Desinteressante	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Interessante
Imprevisível	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Previsível
Rápido	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Lento
Original	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Convencional
Obstrutivo	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Condutor
Bom	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Mau
Complicado	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Fácil
Desinteressante	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Atrativo
Comum	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Vanguardista
Incómodo	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Cómodo
Seguro	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Inseguro
Motivante	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Desmotivante
Atende as expectativas	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Não atende as expectativas
Ineficiente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Eficiente
Evidente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Confuso
Impraticável	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Prático
Organizado	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Desorganizado
Atraente	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Feio
Simpático	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Antipático
Conservador	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Inovador